



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### **Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### **About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



## Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

## Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

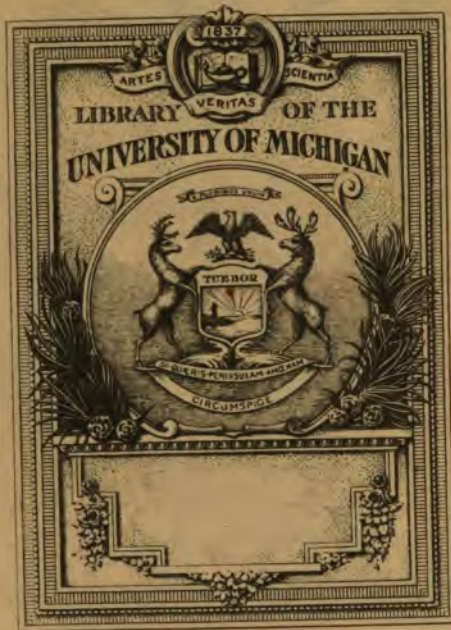
Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

## Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

B468



UB  
77

K. v. Bismarck



K. v. Rümker

# Die landwirtschaftlichen **Versuchs-Stationen.**

---

Organ für  
naturwissenschaftliche Forschungen  
auf dem Gebiete der Landwirtschaft.

---

Unter Mitwirkung  
sämtlicher Deutschen Versuchs-Stationen

herausgegeben von

**Dr. Friedrich Nobbe,**

Gehelmer Hofrat, Professor an der Kgl. Akademie und Vorstand der physiologischen Versuchs-  
und Samenkontroll-Station zu Tharand.

*„Concordia parvae res crescunt . . .“*



**Band I.**

Mit einem Bildnis und 15 Tafeln.

BERLIN.  
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.

SW., Hedemannstrasse 10.

1898.

100

300 2.10.11  
 13996

# Inhalt

des

L. Bandes der „landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen“.

## Autoren.

	Seite
<b>Areboe, F.:</b> Die Berechnung des wirtschaftlichen Wertes der Futtermittel	192
<b>Barnstein, F.:</b> s. Mitteilungen a. d. Kgl. landw. Versuchs-Station zu Möckern II.	
<b>Bittó, Béla von:</b> Ein Beitrag zur Kenntnis des Kalk- und Magnesia- gehaltetes Ungarischer Ackerböden . . . . .	233
<b>Borntraeger, A. und G. Paris:</b> Über einige kaliumreiche Erdarten .	343
<b>Emmerling, A.:</b> s. Mitteilungen a. d. agrik.-chem. Laboratorium der Versuchs-Station Kiel.	
— — s. Untersuchungen über die Futtermittel des Handels.	
— — Nährwert der Fettsäuren im Verhältnis zu dem der Neutralfette	210
— — Die Geldwertberechnung des Melassefutters . . . . .	222
<b>Erwert, R.:</b> s. Mitteilung. a. d. Kgl. landw. Versuchs-Station zu Möckern I.	
<b>Förster, Otto:</b> s. Untersuchungen über die Futtermittel des Handels.	
<b>Gram, Bille:</b> s. Untersuchungen über die Futtermittel des Handels.	
<b>Hartung, L.:</b> s. Mitteilungen a. d. Kgl. landw. Versuchs-Station zu Möckern II.	
<b>Hering, F.:</b> s. Mitteilungen a. d. Kgl. landw. Versuchs-Station zu Möckern I.	
<b>Hoffmeister, W.:</b> Die quantitative Trennung von Hemicellulose, Cellu- lose und Lignin und das Vorkommen der Pentosane in diesen . .	347
— — Ein neues Lösungsmittel zur Unterscheidung der Phosphorsäuren in verschiedenen Phosphaten . . . . .	363
<b>Kellner, O. und G. Loges:</b> Die Beschaffung reiner Reagentien . . .	161
— — s. Mitteilungen a. d. Kgl. landw. Versuchs-Station zu Möckern I und II.	
<b>Kellner, O. (Ref.), A. Köhler, F. Barnstein und L. Hartung:</b> Ueber die Verdaulichkeit getrockneter Schlempe (Fütterungsversuche mit Schafen) . . . . .	297
<b>Köhler, A.:</b> s. Mitteilungen a. d. Kgl. landw. Versuchs-Station zu Möckern I und II.	
<b>Künemann, O.:</b> s. Mitteilungen der landw. Versuchs-Station und des agrik.-chem. Laboratoriums an der Universität Jena.	



	Seite
<b>Lehmann, M.:</b> s. Mitteilungen a. d. Kgl. landw. Versuchs-Station zu Möckern.	
<b>Lemmermann, O.:</b> s. Mitteilungen der landw. Versuchs-Station und des agrik.-chem. Laboratoriums an der Universität Jena.	
<b>Leo Anderlind:</b> Mitteilung über die Abhängigkeit der Menge des in den wässerigen Niederschlägen enthaltenen Stickstoffs von den Land- und Seewinden . . . . .	159
<b>Loges, G.:</b> s. O. KELLNER.	
<b>Maxwell, Walter:</b> Die relative Empfindlichkeit von Pflanzen gegenüber dem Säuregehalt in Böden . . . . .	325
— — Methode und Lösungsmittel zur annähernden Feststellung der wahrscheinlich assimilierbaren Pflanzennährstoffe in Böden . .	331
<b>Mitteilungen aus dem agrikultur-chemischen Laboratorium der Versuchs-Station Kiel.</b>	
<b>EMMERLING, A.:</b> Über eine einfache Unterscheidungsweise von Gersten- und Haferspelzen. (Hierzu Tafel I.) . . . . .	1
<b>Mitteilungen der landw. Versuchs-Station und des agrikultur-chemischen Laboratoriums an der Universität Jena.</b>	
<b>X. KÜNNEMANN, O.:</b> Über denitrifizierende Mikroorganismen . .	65
<b>XI. PFEIFFER, TH., und LEMMERMANN, O.:</b> Über Denitrifikationsvorgänge . . . . .	115
<b>XII. PFEIFFER, TH., und LEMMERMANN, O.:</b> Ein neuer Apparat für gasanalytische Untersuchungen. (Hierzu Tafel III.) . . . .	143
<b>Mitteilungen der Kgl. landw. Versuchs-Station zu Möckern.</b>	
<b>I. KELLNER, O. (Ref.) und KÖHLER, A. (Unter Mitwirkung von W. ZIELSTORFF, F. HERING, R. EWERT, M. LEHMANN und K. WEDEMEYER):</b> Untersuchungen über den Nahrungs- und Energie-Bedarf volljähriger, gemästeter Ochsen . . . . .	245
<b>Nobbe, F.:</b> Vorwort zum 50. Bande der „Landw. Versuchs-Stationen“ .	I
<b>Paris, G.:</b> s. A. BORNTRÄGER.	
<b>Pfeiffer, Th.:</b> s. Mitteilungen der landw. Versuchs-Station und des agrik.-chem. Laboratoriums an der Universität Jena.	
<b>Tuxen, C. F. A.:</b> Untersuchungen über den Einfluss der Kulturgewächse und der Düngstoffe auf den Stickstoffgehalt des Bodens . .	335
<b>Untersuchungen über die Futtermittel des Handels, veranlasst 1890 auf Grund der Beschlüsse in Bernburg und Bremen durch den „Verband landw. Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche“.</b>	
<b>XVII. EMMERLING, A.:</b> Über Palmkernkuchen und -mehl. (Hierzu Tafel II.) . . . . .	5
<b>XVIII. FÖRSTER, OTTO:</b> Rapskuchen . . . . .	371
<b>XIX. GRAM, BILLE:</b> Über Rapskuchen und deren Verunreinigung. (Hierzu Tafel IV—XV.) . . . . .	449
<b>Wedemeyer, K.:</b> s. Mitteilungen a. d. Kgl. landw. Versuchs-Station zu Möckern I.	
<b>Zielstorff, W.:</b> s. Mitteilungen a. d. Kgl. landw. Versuchs-Station zu Möckern I.	

## Sachregister.

### Allgemeines.

Vorwort zum L. Bande der „Landw. Versuchs-Stationen“ . . . . .	I
--	---

### Atmosphäre. Wasser.

Mitteilung über die Abhängigkeit der Menge des in den wässerigen Niederschlägen enthaltenen Stickstoffs von den Land- und Seewinden. Von Dr. Leo Anderlind-Ötsch (b. Leipzig) . . . . .	159
---	-----

### Boden. Düngemittel.

Denitrifizierende Mikroorganismen des Ackerbodens. Von Mediz.-Assessor Dr. O. Künemann-Jena . . . . .	94
Ein Beitrag zur Kenntnis des Kalk- und Magnesiumgehaltes ungarischer Ackerböden. Von Béla von Bittó-Budapest . . . . .	233
Einfluss der Kulturgewächse und der Düngstoffe auf den Stickstoffgehalt des Bodens. Von C. F. A. Tuxen-Kopenhagen . . . . .	335
Über einige kaliumreiche Erdarten. Von A. Borotraeger und G. Paris-Portici . . . . .	343

Denitrifizierende Mikroorganismen des Pferde- und Rindermistes und des Strohes. Von Mediz.-Assessor Dr. O. Künemann-Jena . . . . .	72
Zur Untersuchung perchlorathaltiger Chilesalpeter . . . . .	229
Ein neues Lösungsmittel zur Unterscheidung der Phosphorsäure in verschiedenen Phosphaten. Von Dr. W. Hoffmeister-Insterburg . . . . .	363

### Pflanzenwachstum. Bestandteile des Pflanzenkörpers.

Die relative Empfindlichkeit von Pflanzen gegenüber dem Säuregehalt des Bodens. Von Dir. Walter Maxwell-Honolulu . . . . .	325
Methoden und Lösungsmittel zur annähernden Feststellung der wahrscheinlich assimilierbaren Pflanzennährstoffe im Boden. Von Dir. Walter Maxwell-Honolulu . . . . .	331
Untersuchungen über den Einfluss der Kulturgewächse und der Düngstoffe auf den Stickstoffgehalt des Bodens. Von C. F. A. Tuxen-Kopenhagen . . . . .	335

Über eine einfache Unterscheidung von Gersten- und Haferspelzen. Von Prof. Dr. A. Emmerling-Kiel. (Hierzu Tafel I.) . . . . .	1
Mikroskopische Struktur der Palmkerne (Samen) . . . . .	12

	Seite
Chemische Zusammensetzung der Palmnüsse . . . . .	15
Die quantitative Trennung von Hemicellulose, Cellulose und Lignin und das Vorkommen der Pentosane in diesen. Von <b>W. Hoff-</b> <b>meister-Insterburg</b> . . . . .	347

### Bakteriologisches.

Über denitrifizierende Mikroorganismen. Von Mediz.-Assessor Dr. <b>O. Künemann-Jena</b> . . . . .	65
Denitrifizierende Mikroorganismen des Pferde- und Rindermistes und des Strohes . . . . .	72
Denitrifizierende Organismen des Ackerbodens . . . . .	94
Über Denitrifikationsvorgänge. Von Prof. Dr. <b>Th. Pfeiffer</b> und <b>O. Lemmermann-Jena</b> . . . . .	116

### Nahrungs- und Futtermittel. Bestandteile des Tierkörpers. Fütterungsversuche.

Über Palmkernkuchen und -mehl. Von Prof. Dr. <b>A. Emmerling-Kiel</b> . (Hierzu Tafel II.) . . . . .	5
Berechnung des wirtschaftlichen Wertes der Futtermittel. Von Dr. <b>F. Areboe-Berlin</b> . . . . .	192
Nährwert der Fettsäuren im Verhältnis zu dem der Neutralfette. Von Prof. Dr. <b>A. Emmerling-Kiel</b> . . . . .	210
Geldwertberechnung des Melassefutters. Von Prof. Dr. <b>A. Emmer-</b> <b>ling-Kiel</b> . . . . .	222
Rapskuchen. Von Dr. <b>Otto Förster-Dahme</b> . (Hierzu 1 Abbildung.) .	371
Fabrikation der Rapskuchen und Mehle . . . . .	372
Äussere Merkmale und botanische Bestandteile der Rückstände von Raps und Rübsen . . . . .	375
Zusammensetzung der Rückstände von Cruciferensämereien . .	391
Die Hauptnährstoffe der Rückstände . . . . .	395
Gehalt an Senföl bildenden Bestandteilen . . . . .	409
Quantitative Bestimmung des Senföls . . . . .	417
Resultate der Senfölbestimmungen . . . . .	421
Vermehrung der Senfölausbeute durch Erwärmen der Samen . .	426
Physiologische Wirkung des Senföls liefernden Futters . . .	431
Verfahren, um Senföl bildende Futtermittel unschädlich zu machen	440
Verdaulichkeitsverhältnisse von Raps- und Rübsenkuchen . . .	443
Fütterungsnorm . . . . .	445
Über Rapskuchen und deren Verunreinigung. Von cand. pharm. <b>Bille</b> <b>Gram-Kopenhagen</b> . (Hierzu Tafel IV—XV.) . . . . .	449
Untersuchungen über den Nahrungs- und Energie-Bedarf volljähriger gemästeter Ochsen. Ausgeführt unter Mitwirkung von Dr. <b>W.</b> <b>ZIELSTORFF</b> , Dr. <b>F. HERING</b> , Dr. <b>R. EWERT</b> , Dr. <b>M. LEHMANN</b> und Dr. <b>K. WEDERMAYER</b> von Hofrat Prof. Dr. <b>O. Kellner</b> (Ref.) und Dr. <b>A. Köhler-Möckern</b> . . . . .	245

	Seite
Beschreibung der Einzelversuche. Futterverzehr. Standkorrektur	251
Die Ausnutzung des Futters . . . . .	255
Untersuchung des Harns . . . . .	260
Kohlenstoff in den gasförmigen Ausscheidungen . . . . .	262
Stickstoff- und Kohlenstoffbilanz . . . . .	265
Energie-Inhalt der Einnahmen und Ausgaben . . . . .	269
Der Energie-Umsatz . . . . .	271
Über die Verdaulichkeit mehrerer Arten getrockneter Schlempe (Fütterungsversuche mit Schafen). Von Hofrat Prof. Dr. O. Kellner (Ref.), Dr. A. Köhler, Dr. F. Barastein und Dr. L. Hartung-Möckern	297

---

### Analytisches.

Die Mittel für den Nachweis der Echtheit von Palmkernmehl . . . . .	25
Bisher beobachtete Fälschungen des Palmkuchens oder Schrotes . . . . .	40
Ein neuer Apparat für gasanalytische Untersuchungen. Von Prof. Dr. Th. Pfeiffer und O. Lemmermann. (Hierzu Tafel III.) . . . . .	143
Die Beschaffung reiner Reagentien betreffend. Von Hofrat Prof. Dr. O. Kellner und Prof. Dr. G. Loges . . . . .	161
Bestimmung der citratlöslichen Phosphorsäure in Thomasphosphaten . . . . .	172
Zur Untersuchung perchlorathaltiger Chilesalpeter . . . . .	229
Technische Vorschriften für die Samenprüfungen . . . . .	317
Methoden und Lösungsmittel zur annähernden Feststellung der wahr- scheinlich assimilierbaren Pflanzennährstoffe im Boden. Von Dir. Walter Maxwell-Honolulu . . . . .	331
Die quantitative Trennung von Hemicellulose, Cellulose und Lignin und das Vorkommen der Pentosane in diesen. Von Dr. W. Hoff- meister-Insterburg . . . . .	347
Die Einwirkung der Dämpfe von verdünntem Ammoniak auf die Cellulosekörper des Lignins . . . . .	357
Einfluss der Lösung der Cellulose — Extrakt aus SCHWIZER'S Reagens nach Auszug der Substanz mit Natronlauge — in dem ersteren auf ihre Löslichkeit in der letzteren . . . . .	359
Die quantitative Trennung der Cellulose und des Lignins von Klee während einer Vegetationsperiode . . . . .	360
Ein neues Lösungsmittel zur Unterscheidung der Phosphorsäuren in ver- schiedenen Phosphaten. Von Dr. W. Hoffmeister-Insterburg . . . . .	363

---

### Technisches.

Gewinnung des Palmkernöles . . . . .	9. 22
Verunreinigungen und Technik der Reinigung der rohen Palmkernnüsse des Handels . . . . .	21
Fabrikation der Rapskuchen und Mehle . . . . .	371

---

	Seite
<b>Verband landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche.</b>	
Die Beschaffung reiner Reagentien (von O. KELLNER und G. LOGES) 161.	191
Verhandlungen der X. Hauptversammlung des „Verbandes land- wirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche“ im „Kurhaus“ zu Harzburg am 18. und 19. September 1897 . . . . .	165
Technische Vorschriften für die Samenprüfungen . . . . .	317
Gemeinsame Untersuchungen, betr. die Bestimmung der citratlöslichen Phosphorsäure in Thomasphosphaten . . . . .	172
Gemeinsame Samenprüfungen . . . . .	189





F. NOBBE.

L. 1

schaf  
wick

datien  
der I  
Leipe  
und d  
Verst  
Wei  
Ansta

sche  
Pren  
und  
halb  
die  
Nan

Regie  
in M  
K. St  
in W

# Vorwort

zum

## L. Bande der „Landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen“.

---

Die Eröffnung des fünfzigsten Bandes einer wissenschaftlichen Zeitschrift legt den Gedanken nahe, der Entwicklung des Organs einen kurzen Rückblick zu widmen.

Die „Landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen“ datieren ihre Entstehung vom Jahre 1858. Sieben Jahre nach der Errichtung der ersten Versuchs-Station zu Möckern bei Leipzig wurde die Zeitschrift durch die Vorstände der Kuratorien und der naturwissenschaftlichen Abteilungen der vier Sächsischen Versuchs-Stationen zu Möckern, Chemnitz, Tharand und Weidnitz, in Verbindung mit dem Regierungskommissar für diese Anstalten, Geh. Reg.-Rat Dr. REUNING in Dresden, gegründet.<sup>1)</sup>

Zu jener Zeit bestanden in Deutschland ausser den vier vorstehenden noch sieben andere Versuchs-Stationen, nämlich: 5 in Preussen (Gross-Kmehlen, Dahme, St. Nicolas, Weende, Insterburg) und je eine in Bayern (München) und Hessen (Heidau). Ausserhalb Deutschlands waren bereits thätig: je eine Station in England (die private Experimental Station in Rothamsted), in Frankreich (Nancy), Österreich (Raitz) und in Holland (Deventer).

---

<sup>1)</sup> Die Begründer des Organs, von denen heute nur noch Herr Geheimer Regierungsrat E. STÖCKHARDT in Bautzen am Leben ist, waren folgende Herren: In Möckern: Dr. F. CRUSIUS und Dr. W. KNOP; in Chemnitz: Professor E. STÖCKHARDT, und Dr. G. WUNDER; in Tharand: Prof. A. STÖCKHARDT; in Weidnitz: Dr. HERMANN und Dr. JUL. LEHMANN; in Dresden: Dr. REUNING.



Gegenüber dem heutigen, in MENTZEL & v. LENGERKE's landw. Kalender aufgeführten Bestände von 65 Deutschen und 325 ausserdeutschen, über alle fünf Erdteile verbreiteten Versuchs-Stationen war jene Zahl ein kleiner Anfang, aber doch ein Anfang, der es zu rechtfertigen schien, zur Gründung eines die wissenschaftlichen Arbeiten dieser Institute zusammenzufassenden Blattes zu schreiten, welches, wie es in dem von Dr. REUNING verfassten Vorwort zum ersten Bande heisst:

„sich bei dem gebildeten landwirtschaftlichen Publikum als Vertreter der Richtung in der Landwirtschaft einführt, welche es sich zur Aufgabe gestellt hat, die Gesetze der Natur in ihrem Einfluss und in ihrer Anwendung auf dieselbe mehr und mehr zu ergründen, als Wahrheiten festzustellen, der Richtung, welche deren weitere Entwicklung hauptsächlich in den Naturwissenschaften ihre Stütze in den Männern sucht, welche diese pflegen, und welche gemeinhin ihren Ausdruck in den Anstalten findet, denen man den Namen „Landwirtschaftliche Versuchs-Stationen“ beigelegt hat, ohne im Entferntesten die vollste Gleichberechtigung aller in dieser Beziehung thätigen Kräfte verkennen zu wollen.“

Auf Wunsch der übrigen Teilnehmer zeichnete anfangs Dr. REUNING als verantwortlicher Herausgeber der zunächst in zwanglosen Heften erscheinenden Zeitschrift, indem er die einlaufenden wissenschaftlichen Abhandlungen an die beteiligten Stationsvorstände zur Begutachtung verteilte. Im Mai 1861, nachdem zwei Bände vollendet vorlagen, wurde diese redaktionelle Aufgabe von Dr. REUNING dem Unterzeichneten überwiesen, der zu Ostern des genannten Jahres die Leitung der an der Königl. Höheren Gewerbeschule zu Chemnitz neubegründeten pflanzenphysiologischen Versuchs-Station übernommen hatte. Die verantwortliche Vertretung des Organs hat jedoch Dr. REUNING noch zwei Jahre beibehalten. Nach der Vollendung des 5. Bandes (1863) erklärte Dr. REUNING, diese Verantwortung als Nichtfachmann, angesichts der Entwicklung der Zeitschrift, nicht mehr tragen zu wollen, und ersuchte, unter Zustimmung der Mitberechtigten, den Unterzeichneten, mit der bisher geführten Redaktion nñnmehr auch die Vertretung des Inhalts zu verbinden.

Vom 6. Bande an sind sodann die „Landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen“ anstatt in zwangloser Folge, in regelmässigen, etwa zweimonatlichen Heften von 5 Druckbogen, deren 6 einen Band bilden, erschienen. Zugleich wurde die Zeitschrift aus dem bisherigen Verlage von G. SCHÖNFELD in Dresden an die Buchhandlung von EDUARD FOCKE in Chemnitz übertragen. In diesem Verlage ist sie 14 Jahre lang verblieben, und die Pflicht der Dankbarkeit gebietet anzuerkennen, dass diese Verlagsfirma mit warmem Interesse das junge litterarische Werk gepflegt hat.

Im Jahre 1877, mit Beginn des 20. Bandes, ist das Verlagsrecht der Zeitschrift an die Firma PAUL PAREY (damals WIEGANDT, HEMPEL & PAREY) in Berlin übergegangen. Sie hat seitdem in Bezug auf äussere Ausstattung, Beigabe von lithographischen und photographischen Tafeln und korrekt ausgeführten Abbildungen eine dieser Firma würdige Gestaltung erfahren, nicht ohne die Opfer, mit welchen die streng wissenschaftliche periodische Litteratur, wohl nicht in Deutschland allein, nun einmal zu rechnen hat.

Seit 1880 erfreut sich die Zeitschrift einer gewogentlichen Unterstützung von 300 M. pro Band seitens des Königl. Sächsischen Ministerium des Innern. Auch Se. Excellenz, der Königl. Preussische Staatsminister für die landwirtschaftlichen Angelegenheiten, hat dem Unternehmen wiederholt Beweise wohlwollenden Interesses gegeben, einestheils durch regelmässige Übernahme einer Anzahl Exemplare, welche an die im Königreich Preussen bestehenden landwirtschaftlichen Schulen überwiesen worden, anderenteils durch folgende, am 6. Dezember 1864 erlassene Hohe Verfügung:

„Nachdem die von mir unterm 23. Dezember 1863 erforderten gutachtlichen Äusserungen der agrikultur-chemischen Versuchs-Stationen und der landwirtschaftlichen Akademien über das Anliegen des Dr. FRIEDRICH NOBBE in Chemnitz, betreffend die von ihm redigierte Zeitschrift:

„Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen“  
eingegangen sind und der Central-Kommission für das land-

wirtschaftliche Versuchswesen vorgelegen haben, finde ich mich in Anerkennung der Zweckmässigkeit der Wahl einer bestimmten Zeitschrift als Sammelpunkt aller von den Deutschen Versuchs-Stationen ausgeführten Arbeiten und der Geeignetheit der NOBBE'schen Zeitschrift zu diesem Zwecke zum Ausdruck des Wunsches bewogen, dass, soweit nicht vertragsmässige Verpflichtungen im Wege stehen, die aus den Versuchs-Stationen und Akademien hervorgehenden, rein oder überwiegend fachwissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiete der Agrikulturchemie vorzugsweise der NOBBE'schen Zeitschrift zugewendet werden.“

Die besondere Regelung der Modalitäten dieser Publikationen, mit Rücksicht auf die in den „Annalen der Landwirtschaft“ (gegenwärtig „Landwirtschaftliche Jahrbücher“, herausgegeben von Herrn Ministerial-Direktor Dr. THIEL) auch ferner zu veröffentlichenden Arbeitsresultate wurde der Redaktion in einem sehr wohlwollenden Begleitschreiben mitgeteilt, in welchem ausgesprochen war, dass der Herr Minister

in jeder Weise diese Bestrebungen im Interesse der Wissenschaft zu unterstützen bereit sei und keine Einschränkungen, die nicht in der Sache selbst oder in dem Organismus des Preussischen Versuchswesens begründet seien, Raum gewährt habe. —

Die Tendenz der „Landw. Versuchs-Stationen“ hat in dem wiederholten Wechsel des Herstellungsortes Abänderungen nicht erfahren. Getreu der ursprünglichen Direktive ist die Zeitschrift ein Organ für streng naturwissenschaftliche Forschungen auf dem Gebiete der Landwirtschaft geblieben; wiederholten Lockungen, der sog. populären Richtung entgegenzukommen, sind Zugeständnisse nicht gemacht worden, in Erwägung, dass zwar materielle Vorteile dadurch in Aussicht gestellt, der besondere Charakter des Organs jedoch, dem es seine Existenzberechtigung verdankt, gefährdet werden würde. Und gegenwärtig ist der Bildungsstand der Deutschen Landwirte — dank der Wirksamkeit vortrefflich geleiteter landwirtschaftlicher Institute — ein vielfach so gehobener, dass auch strengere chemische und phy-

siologische Studien in weiteren Kreisen auf ein eingehendes Verständnis rechnen dürfen.

Die innere Entwicklung der „Landw. Vers.-Stat.“ ist im innigen Zusammenhange mit dem Wachstum der gleichnamigen Institute und deren immer umfassender werdenden Aufgaben erfolgt. Es sei nur darauf hingewiesen, dass der anfänglich rein agrikultur-chemische Charakter der Versuchs-Stationen nach und nach eine wesentliche Erweiterung dadurch erfahren hat, dass an einer immer grösseren Zahl derselben Botaniker angestellt und der Pflanzenphysiologie, neuerdings auch der Bakteriologie, ein breiter Raum in der Thätigkeit der Stationen angewiesen worden ist, eine Thatsache, welche naturgemäss auch in der vorliegenden Zeitschrift sich abspiegelt.

Vom 6. Bande an wurde neben den streng wissenschaftlichen Abhandlungen eine fortlaufende Statistik des landwirtschaftlichen Versuchswesens, andererseits die Mitteilung der Verhandlungen aufgenommen, welche in den seit 1863 alljährlich abgehaltenen, von 1872 an als „Sektion für landwirtschaftliches Versuchswesen“ mit den Versammlungen Deutscher Naturforscher und Ärzte verbundenen „Wanderversammlungen der Vorstände Deutscher Versuchs-Stationen“ gepflogen wurden. Ferner hat das in den letzten Jahrzehnten so gewaltig vorgeschrittene landwirtschaftliche Kontrolwesen seinen litterarischen Ausdruck auch im Inhalt dieser Zeitschrift gefunden: sowohl die unablässige Verbesserung der eigenartigen analytischen Methoden zur Wertbestimmung von Düngemitteln, Futterstoffen und Saatwaren, wie die wirksame äussere Organisation der Kontrolle, welche sich bezüglich der Düngemittel rasch verbreitete und schon in wenigen Jahren, nachdem die auf Anregung von Dr. GROUVEN-Salzmünde im Jahre 1861 eingerichtete „Lagerkontrolle“ der rationelleren Kontrolle von Durchschnittsproben unter Gehaltsgarantie gekaufter Waren Platz gemacht hatte, eine in Zahlen nachgewiesene Veredelung der künstlichen Düngemittel herbeigeführt hat. Heute stellt diese von den Versuchs-Stationen geübte Kontrolle einen so präcis und wirksam fungierenden Apparat dar, dass jedem

sentieren sollten. Nachdem im Jahre 1888 der „Verband landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche“ gegründet worden, dem sich alsbald die bedeutendsten Deutschen Versuchs-Stationen (anfangs 42, gegenwärtig 52) angeschlossen, wurde dieses Band nur um so fester geknüpft.

Gleichwohl ist der Kreis der Mitarbeiter nicht auf Deutschland beschränkt. Wie schon der erste Band unter andern wissenschaftliche Untersuchungs-Ergebnisse aus Österreich brachte, so widmet noch heute ein internationaler Kranz hervorragender Fachgenossen dem Organe seine sehr schätzbare Sympathie und Mitwirkung. Dieser Kranz ist über die Kulturstaaten aller Erdteile verbreitet, in welchen sich inzwischen mit dem Institut der Versuchs-Stationen die exakte agrikulturchemische und physiologische Forschung im Dienste der Landwirtschaft Bahn gebrochen hat.

Diese Anerkennung der Fachgenossen ist ein Vermächtnis, welches die Redaktion freudigen Herzens und dankerfüllt in die neue Folge von Bänden hinübernimmt und in strengem Pflichtbewusstsein zu bewahren bestrebt sein wird.

Tharand, im März 1898.

**F. Nobbe.**

---

# Mitteilungen aus dem agritektur-chemischen Laboratorium der Versuchs-Station Kiel.

---

## Über eine einfache Unterscheidungswese von Gersten- und Haferspelzen.

Von

A. EMMERLING.

(Hierzu Tafel I.)

---

Bei vielen Untersuchungen von Kleien und anderen Futtermitteln begegnet man Anteilen von Spelzen, welche nach dem Aussehen oder nach dem mikroskopischen Oberflächenbild von Gerste oder von Hafer herkommen. Nicht immer ist es uns gelungen, nachzuweisen, von welcher der beiden Getreidearten die Spelzen herrührten, wenn nicht das Vorkommen von Haferstärke auf letzteren bestimmter hinwies. Wenn Spelzen nur vereinzelt auftraten, wie in Kleie, so war die sichere Unterscheidung auch weniger von Bedeutung. Wichtiger wurde dieselbe in einem Falle, der uns zur Bearbeitung vorlag, wo eine aus England stammende sogenannte Gerstenkleie als verfälscht erklärt werden musste, weil sie neben etwas echter Gerstenkleie viele Haferspelzen und ausserdem ein mineralisches Pulver, bestehend aus kieselaurer Thonerde oder Kaolin, enthielt. Infolgedessen enthielt eine Probe dieser sogenannten Gerstenkleie einen Thonerdegehalt von 4.01%. Der spelzenartige Anteil betrug nach der Siebprobe ca. 70%. Obgleich die Mehrzahl der Spelzteilchen nach ihrem Aussehen als Haferspelzen anzusprechen waren, so suchten wir doch den Beweis auch mikroskopisch zu führen.

Wir begegneten aber Schwierigkeiten, als wir die Unterscheidung auf den Bau der halbmondförmigen Zellen und Kieselzellen der Oberhaut zu gründen suchten. Gewisse Unterschiede im Bau derselben sind schwer zu definieren und jedenfalls für rasche Unterscheidung nicht geeignet.

Es gelang uns aber, eine sehr leicht ausführbare Unterscheidungsmethode zu finden. Wir beschreiben dieselbe im folgenden in Kürze, ohne näher auf den anatomisch-botanischen Bau der Spelzen einzugehen.

Das unterscheidende Gewebe ist das Parenchym der Spelzen. Wenn wir uns hier auf J. MÖLLERS Werk<sup>1)</sup> beziehen, so wird das Parenchymgewebe der Gerstenspelzen daselbst (l. c. S. 101) folgendermassen beschrieben: „Ein ungemein zart-zelliges Parenchym bildet die dritte Schicht (Fig. 66). Die Zellen sind nahezu isodiametrisch oder einmal etwas quer-, an andern Stellen wieder längsgestreckt, ungemein lückig verbunden, vielfach konjugiert (Fig. 70 p).“

Über die Parenchymschicht der Haferspelzen findet sich nur folgendes Wenige (l. c. S. 107) angegeben: „Die Parenchymschicht (Fig. 76 p) ist aus sternförmig verzweigten Zellen aufgebaut, die noch Spuren von Chlorophyll enthalten.“

In folgender Weise gelingt es, sowohl aus Bruchteilen von Gersten- als von Haferspelzen das Parenchym für die mikroskopische Beobachtung freizulegen.

Man legt die in Wasser bei Zimmertemperatur aufgeweichte Spelze mit einem Tropfen Wasser so auf den Objektträger, dass die Epidermis das Glas berührt, hält sie mit der Nadel fest und schabt mit dem Messer (am besten Rasiermesser) das Gewebe von der Innenseite der Spelze ab. Der Versuch gelingt in der Regel auch ohne vorherige Aufweichung in Wasser.

Das Abgeschabte enthält fast regelmässig Teile des Parenchyms und oft auch derbwandige Fasern.

Das charakteristische Unterscheidungsmerkmal bildet aber nur das Parenchymgewebe. Die Bilder des Hafer- und Gerstenspelzenparenchyms sind so charakteristisch und so verschieden, dass man beide sehr bald rasch und sicher unterscheiden lernt.

Durch einige Handzeichnungen der mikroskopischen Bilder haben wir versucht, die wesentlichen Unterschiede zum Ausdruck zu bringen. Der Hafer gewährt übrigens sehr abwechslungsreiche Bilder, so dass eine Zeichnung nur unvollkommen wiedergibt, was man durch einige leicht anzufertigende Präparate

<sup>1)</sup> Dr. med. JOSEF MÖLLER, Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel (JULIUS SPRINGER, Berlin 1886).

rasch und sicher erfahren kann. Indem wir auf die Zeichnungen hinweisen, beschränken wir uns auf wenige weitere Bemerkungen.

Taf. I, Fig. 1. Parenchym der Gerstenspelze bei schwacher Vergrößerung, 45.

Eine in die Augen fallende, regelmässige, leiterartige Anordnung der dünnwandigen Parenchymzellen tritt schon bei dieser Vergrößerung deutlich hervor und macht daher die Anwendung der stärkeren Vergrößerung in der Regel überflüssig. Zahlreiche Einbuchtungen, herrührend von Membranbildungen, die aber in der Regel nur eine Lücke zurückgelassen haben, geben der Kontur der Zellwand nach der Längsrichtung einen welligen Verlauf und dem Bau des ganzen Gewebes etwas dachziegelartiges.

Taf. I, Fig. 2. Dasselbe Bild bei stärkerer Vergrößerung, 300.

Hier sind die oben angedeuteten Membranansätze nach innen deutlicher zu sehen. In der Flächenansicht erscheinen die Lücken (oder Membranverdünnungen) unregelmässig rundlich oder eiförmig und oft paarweise auftretend.

Im ganzen stimmt das Bild mit den von MÖLLER (s. o.) darüber gemachten Angaben.

Taf. I, Fig. 3. Parenchym der Haferspelzen. Vergrößerung 300.

Die Form der Zellen ist sehr unregelmässig und hierdurch entstehen viele Lücken zwischen denselben. Fasst man einzelne Zellen ins Auge, so erkennt man den „sternförmig verzweigten“ Bau, dessen MÖLLER (s. o.) erwähnt, und wir möchten nur hinzufügen, dass diese Form sehr unregelmässig auftritt, wodurch das Haferspelzenparenchym sich sofort von der regelmässigen Gliederung der entsprechenden Zellen der Gerste unterscheidet.

Auch hier (bei Hafer) zeigen sich häufig rundliche Lücken oder Membranverdünnungen, welche zuweilen paarweise, gewissermassen „brillenförmig“ auftreten. Sehr oft liegt unter dem Parenchym noch wohl erkennbar ein System langgestreckter Zellen, welche von der inneren Oberhaut der äusseren Spelze herrühren (nicht zu verwechseln mit der Oberhaut der inneren Spelze). Die Wände dieser Zellen erscheinen oft verdickt und wie von Haarkanälen durchzogen.

Taf. I, Fig. 4. Einzelne Fasern der Faserschicht der Haferspelzen Vergrößerung 300 (und 600).



#### 4 EMMERLING: Einfache Unterscheidungsweise v. Gersten- u. Haferspelzen.

Die Fasern sind besonders derb und dickwandig, von engem Lumen (vergl. auch MÖLLEB l. c. S. 107). An den dickeren Fasern erkennt man zuweilen sehr feine Querspalten und auch nach der Längsrichtung Kanäle in der dicken Zellwand, die zuweilen auch verzweigt sind. Für die Unterscheidung von der Gerste sind diese Faserzellen entbehrlich, da das Parenchym besseren Aufschluss giebt.

Die Methode erwies sich als sehr brauchbar, da die Bestimmung noch mit ziemlich kleinen Resten der Spelzen vorgenommen werden kann.

Es liess sich in dem oben erwähnten Falle das Verhältnis der Gerstenspelzen zu den Haferspelzen bestimmen, indem eine grössere Anzahl nach Absiebung des Staubes mit dem 0.5 mm-Sieb mikroskopisch bestimmt wurde. Bei einer solchen Versuchsreihe ergab sich, dass von 53 untersuchten Spelzen 40 Haferspelzen, 13 Gerstenspelzen waren. Von den Spelzen (ca. 70%) dieser sogenannten Gerstenkleie rührten also  $\frac{3}{4}$ , somit rund 50% der Kleie von Hafer her.

Es scheint, dass die Entspelzung des Hafers zu einer grossen Vollkommenheit gediehen ist, und da aus dem entspelzten Hafer derzeit wohl viele Präparate für die menschliche Ernährung hergestellt werden (präparierte Hafermehle etc.), so wird auch das Abfallprodukt, die Haferspelze, massenhaft gewonnen. Es ist daher zu befürchten, dass das Material auch gelegentlich zu unreellen Manipulationen Anwendung findet, wie das beschriebene Vorkommnis lehrt. Gerade dieser Fall hat nun aber zu einer Methode geführt, die Haferspelzen leicht überall zu entdecken und zu unterscheiden. Wenn ein geübter botanischer Fachmann auch vielleicht auf andere Weise zum Ziel gelangen würde, so glaube ich doch vielen Kollegen an chemischen Versuchs-Stationen durch obige Mitteilung dienlich zu sein, für welche die Methoden einen besonderen Wert haben, die mit der erforderlichen Sicherheit auch den Vorzug leichter Ausführbarkeit verbinden. Wie leistungsfähig obige Methode ist, zeigte sich, als es mir gelang, selbst in getrockneter Getreideschlempe Hafer- und Gerstenspelzen zu unterscheiden.

---

Untersuchungen über die Futtermittel des Handels,  
veranlasst 1890 auf Grund der Beschlüsse  
in Bernburg und Bremen  
durch den  
Verband landwirtschaftl. Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche.

XVII. Über Palmkernkuchen und -mehl.

Berichterstatter: Prof. Dr. A. EMMERLING.

(Hierzu Tafel II.)

Die Palmkernkuchen, sowie das Palmkernmehl oder -schrot, bestehen aus den Rückständen von der Gewinnung des Palmkernöls. Dieses Öl wird fabrikmässig hergestellt aus den Samen oder Kernen der Palmengattung *Elaeis*.<sup>1)</sup> Es kommen namentlich die folgenden beiden Palmenarten in Betracht: die afrikanische Ölpalme *Elaeis guineensis Jacq. (L)* und die schwarzsamige Ölpalme, *Elaeis melanococca Gärtn. = Alfonsia oleifera Humb.* Die Heimat der erstgenannten Palme ist namentlich Afrika, die der letzteren Afrika und Südamerika, doch wird auch erstere auf beiden Kontinenten kultiviert.

Auf eine nähere botanische Beschreibung der Ölpalme wird hier verzichtet.<sup>2)</sup>

Über die Verbreitung der Ölpalme macht ARTHUR MEYER<sup>2)</sup> nähere Angaben, welche vorwiegend einem von ihm citierten Aufsätze von ASCHERSON<sup>3)</sup> entnommen sind.

Wir entnehmen der MEYER'schen Abhandlung nur folgendes:

Die Grenzen des Gebietes der Ölpalme werden durch eine Linie angedeutet, welche, etwa zwischen Cap Blanco und Cap Verde beginnend, bis Benguela an der ganzen Westküste von Afrika sich hinzieht und die Guinea-Insel einschliesst. Von Benguela verläuft die Grenzlinie etwa nach dem Njassa-See,

<sup>1)</sup> Die folgenden Angaben vorwiegend nach VON OLLSCH, Die Rückstände der Ölfabrikation, Leipzig bei KARL SCHOLTZE, 1884.

<sup>2)</sup> Vergl. darüber u. a. ARTHUR MEYER, Über die Ölpalme, Arch. d. Pharm., 3. Reihe, 22. Bd. (1884), S. 713.

<sup>3)</sup> ASCHERSON, Die Ölpalme, Globus XXXV, S. 209—215.

von da nach dem Ostufer des Tanganjika-Sees, dann in etwa gleicher Richtung weiter nach dem oberen Gebiet des Uëlle-Flusses, von da nach dem Tsad-See und von hier nach ihrem Ausgangspunkt zurück.

Innerhalb dieser Grenzlinie liegen von unseren Deutschen Kolonien Togo, Kamerun, Deutsch Ost-Afrika, aber nicht mehr Deutsch Südwest-Afrika. (Ref.)

„Am häufigsten und üppigsten wächst die Palme im Nigerdelta, auf den Inseln des Busens von Guinea, vorzüglich auf Fernando-Po und an der ganzen Küste von Ober-Guinea. Der Reichtum der Insel Fernando-Po an Ölpalmen soll nach allen Angaben ein sehr grosser sein.“ Nach SOYALUX soll der Pic dieser Insel stellenweise bis zu einem Drittel (900 m) seiner Höhe mit Ölpalmen bedeckt sein. Dicht fortlaufende Bestände der Ölpalmen beobachtet SOYALUX am Kuansastrom. „In Loango findet sich die Ölpalme allenthalben im Walde und der Savanne, auf trockenem und feuchtem Boden, einzeln und in Gruppen.“

Als Hauptproduktionsorte führt VON OLLECH an: in Afrika die Länder zwischen 10° n. B. und 10° s. B. besonders die folgenden: „Ober-Guinea, Liberia, Nieder-Guinea bis Loando, Benin, das Niger- und Bonnyflussgebiet, Alt- und Neu-Calabar, das Kongogebiet, die östliche Seenplatte, die Inseln Zanzibar und Pemba. In Amerika pflegt man die Palmen vorzugsweise in der Provinz Amazonas in Brasilien und auf den westindischen Inseln.“

Die Hauptgattungen der exportierten Palmkerne sind nach einer Privatmitteilung der Herren NOBLÉE und THÖRL (Palmkernölfabrik) in Harburg a. E. jene von der Goldküste, Liberia, Lagos, Gabun, Congos, River, Niger, Sherbro, Kamerun, Zanzibar (selten vorkommend). Die einzelnen Sorten werden nach den Exportplätzen benannt und als solche namhaft gemacht:

Accra	Old Calabar	Lagos	Sulymah
Addah	New Calabar	Liberia	Saltpond
Appam	Cap Palmas	Laudana	Sherbro
Aghwey	Cabenda	Loanda	St. Thomé
Bonny	Degama	Monrovia	Togo*
Benin	Eloby	Majumba	Why dah
Brass	Grand Bassa	Niger	Winnebah
Banana	Gabun	Operto	Warre
Bay Beach	Kamerun*	Opobo	Zanzibar*
Boma		Popo u. Little Popo*	
		Quittah	

(Ausfuhrplätze Deutscher Kolonien sind durch das Zeichen \* angedeutet.)

Ein weiteres Verzeichnis von Exportplätzen folgt unten nebst Angabe des durchschnittlichen Ölgehaltes der Palmkerne.

Nach v. OLLECH (1884) werden in Europäischen Fabriken jährlich 100 Millionen Kilogramm Palmkerne auf Palmkernöl verarbeitet. Der heutige Export an Palmkernen aus Afrika kann auf ca. 150 000 Tonnen pro Jahr geschätzt werden und davon gehen ca. 110 000 Tonnen nach Hamburg.<sup>1)</sup> Es hat sich aber gezeigt, dass dieses Quantum nicht genügt, die daran participierenden Fabriken ausreichend zu versorgen, so dass letztere nicht in der Lage sind, den Betrieb, für welchen sie eingerichtet sind, voll auszunutzen.<sup>1)</sup>

Palmkerne und Palmkernöl bilden auch den grössten Export-Artikel unserer westafrikanischen Kolonien. Der Export 1894 betrug 5.3 Millionen Mark.<sup>2)</sup> Die Einfuhr findet erst seit Anfang der 60er Jahre statt.

Über die Entwicklung und Grösse der Fruchtstände entnehmen wir der Abhandlung von ARTHUR MEYER noch folgende Mitteilungen:

Aus den Winkeln der älteren Wedel der Palme, unmittelbar am Stamme, schieben sich unaufhörlich im Kreislauf des Jahres die dichtgeschlossenen, rispigen, aufrechtstehenden männlichen und weiblichen Blütenstände hervor. Nach der Befruchtung fällt die männliche Blüte ab oder wird abgeschnitten während die weibliche Blüte sich zu dem schweren Fruchtzapfen vergrössert. Die Form des Zapfens ist gedrungen konisch und erinnert an eine riesengrosse Erdbeere; dicht aneinander gedrängt und sich daher gegenseitig schwach fünfkantig drückend, stehen die pflaumengrossen, vom zartesten Gelb bis ins dunkelste Violett und Schwarz schattierten einzelnen Früchte (nach SCHWEINFURTH, Im Herzen von Afrika, Leipzig 1874). Das ist die viermal im Jahre wiederkehrende Frucht der Ölpalme, welche den Baum zum wichtigsten Gewächse eines grossen Theils von Afrika macht.

Der Fruchtstand, welcher aus den weiblichen Blütenkolben hervorgeht, besitzt eine bedeutende Grösse, indem 600—800 Steinfrüchte zur Ausbildung gelangen. Ein reifer Fruchtstand, von denen die Palme jährlich 3—4, seltener 5 trägt, wiegt

<sup>1)</sup> Privatmitteilung der Firma NOBLE & THÖRL, Palmkernölfabrik in Harburg a. E. vom August 1897.

<sup>2)</sup> Officieller Katalog der Deutschen Kolonial-Ausstellung Berlin 1896, S. 84.

nach allen vorliegenden Angaben 20—50 kg. Von dem Gewicht entfallen 8—10 kg auf die abgelösten Früchte. Eine nähere Beschreibung der Frucht folgt unten. Doch bemerken wir schon hier, dass die Palmkerne, aus welchen das Palmkernöl gewonnen wird, eingeschlossen sind von einer Steinschale, und diese wieder umhüllt von einem ölreichen Gewebe, dem Fruchtfleisch. Das aus diesem schon im Heimatlande gewonnene Öl wird in der Regel als Palmöl bezeichnet, welches wir also vom Palmkernöl streng zu unterscheiden haben.

Da die Herstellung des Palmöls eine Operation ist, welche mit der Gewinnung und Vorbereitung der Palmkerne für den Export innig verbunden ist, so möge dieselbe hier beschrieben werden. Die Verarbeitung in verschiedenen Küstengegenden weist gewisse Unterschiede auf, wie z. B. die folgenden, der MEYER'schen Abhandlung entnommenen Angaben lehren.

„SOYAUX beschreibt das Verfahren der Ölgewinnung folgendermassen: Man unterwirft die ganzen Früchte eine Zeit lang, etwa 30 Tage, einem Gärungsprozess, indem man sie in die Erde eingräbt. Dann wird das sich leicht ablösende Fleisch durch Stampfen von den harten Kernen getrennt, geschmolzen, um die grössten Unreinigkeiten herauszuschöpfen, und nachdem die Masse kalt und härter geworden, in Muteten verpackt und in die Faktoreien der Europäer gebracht. Diese schmelzen das Öl nochmals in grossen Kesseln, welche auf einem gemauerten Herdfundamente stehen, und lassen es dann, noch mehr gereinigt, durch in geeigneter Höhe über dem Boden der Kessel angebrachte Hähne direkt in die grossen Versandfässer ablaufen. Dieses festere Öl wird aus den Flüssen Kuansa, Bongo, Dande, Congo, Tschilnango, Ogowe, Gabun, Altcalabar und Brass ausgeführt. Ein anderes flüssiges Öl, zu dessen Herstellung die Ölnüsse 14 Tage in der Erde liegen sollen, kommt von Camarun, Opobo, Benin und einigen anderen Orten der Ober-Guineaküste.“

PESCHUËL LOESCHE beschreibt das Verfahren etwas anders. Nach ihm werden die Früchte von den Loango-Negern zunächst über einem Roste von gespaltenen Blattrippen der Burdäopalme (*Raphina vinifera* P. B.) über schwachem Feuer erwärmt, dann mit einem dicken Stabe zu einem Teige zerstampft, und das von den Steinkernen getrennte Fruchtfleisch in einen aus groben Stricken geflochtenen netzähnlichen Beutel gebracht, der dann

an dem Gabelstumpfe eines Baumes aufgehängt und mittelst eines durchgesteckten Hebels zusammengedreht und so ausgepresst wird. Die zurückbleibende Masse wird noch einmal auf dem Rost erwärmt und zum zweiten Male, diesmal unter Beifügung faustgrosser, im Feuer erhitzter Steine, ausgepresst.

Die Isolierung der Palmkerne aus ihren harten Steinschalen geschieht durch die Neger durch Aufschlagen mit Steinen, wozu oft wuchtige Schläge erforderlich sind. Von der nicht überall in gleichem Masse aufgewendeten Sorgfalt dieser Arbeit der Neger hängt zum Teil die Qualität der nach Europäischen Häfen verladenen Handelsware ab.

Die Gewinnung des Palmkernöls geschieht erst in grösseren Hafenplätzen von Europa, wie Marseille, Hamburg bezw. Harburg.

Das in oben beschriebener Weise abtropfende Öl des Fruchtfleisches wird in Kürbisschalen oder irdenen Gefässen aufbewahrt und von kleinen hausierenden Geschäftsleuten gleich an Ort und Stelle gekauft, an die Küsten getragen und gegen Geld und Waren an die Faktoreien verhandelt. (Vergl. auch von OLLECH l. c., S. 41, 42.)

Die Ausbente an Fett aus dem Fruchtfleische beträgt nach einem von PESCHUËL LOESCHE angestellten Versuche 9.8%. Nach mehreren Versuchen SOYAUX's geben 4 Fruchtzapfen der *Elaeis* (die Jahresproduktion eines Baumes) 32—36 kg Ölfrüchte und diese 4.5 Liter Öl aus dem Fruchtfleische.

Das Palmöl von feinerer Qualität dient im Heimatlande als Speisefett. Die von der afrikanischen Küste nach Europa importierte Menge von Palmöl soll über 50 Millionen Kilogramm im Jahr betragen.

Palmkerne wie Palmöl sollen nur von Afrika in Europa eingeführt werden. Südamerika exportiert nach allen Angaben keine Palmkerne. *Elaeis melanococca* sei daher auch nicht als eine für uns in Betracht kommende Ölpflanze zu betrachten.

Um eine ungefähre Vorstellung von diesem Exporthandel zu geben, entnehmen wir der MEYER'schen Abhandlung noch folgendes:

Im Jahre 1872 existierten in den Buchten von Benin, Biafra und im Nigerdelta 24 britische, eine holländische und eine deutsche Firma. Diese 26 Ölhäuser besaßen 55 Etablissements an 7 Flüssen und beschäftigten 207 weisse Agenten,

Comptoiristen, Schiffsjungen etc. Diese Leute leben meist in grossen Hulken, welche an die am Ufer stehenden Böttchereien verankert sind.

Den wichtigsten Mittelpunkt des von Ölschiffen stark besuchten Nigerdeltas bildet der Bonnyfluss, an dessen Ufer die berühmten „Öldörfer“ Talifer, Fishtown, Snaketown und Bonny liegen. Letzteres bildet den Hauptmarkt. Die Niederlassung Bonny, 15 Meilen von der Küste entfernt, besteht aus einem kleinen Negerdorf und etlichen Baulichkeiten der Europäer zur Aufbewahrung der Waren, welche am Ufer lagern, und etwa 12 Hulks, alten abgetakelten Schiffen, die im Flussbette verankert und als Warenlager, Verkaufsraum und Wohnhaus eingerichtet sind.

Der wöchentliche Umsatz von Palmöl in Bonny soll mehrere Tausend Tons (1 Tonne = 2.83 cbm) erreichen. Die Einfuhr Deutschlands an Palmöl betrug 1876 207000 Centner (Wert 7450000 Mk.), in Grossbritannien und Irland 879824 Ctr.

Das Palmöl wird in Europa zu denselben Zwecken verwendet, wie das Palmkernöl, zur Seifen-, Kerzen- und Stearin-fabrikation.

### **Beschreibung der Palmfrüchte und Kerne. Mikroskopische Struktur derselben.**

Die folgende kurze Beschreibung der äusseren Merkmale der Palmfrüchte entnehmen wir den bereits citierten Arbeiten aus dem Buch von VON OLLECH und ARTHUR MEYER, sowie der landw. Samenkunde von HAEZ.<sup>1)</sup> Ausserdem hat der Referent einige mikroskopische Zeichnungen ausgeführt, welche unten näher beschrieben sind.

Die Früchte sind gelblich, in der Regel 2.5 cm, nicht selten 4—5 cm lang, eiförmig, durch gegenseitigen Druck 5—6kantig gestaltet. Färbung der Oberhaut gelb bis scharlach-rotbackig.

Wie bei den Steinfrüchten im allgemeinen, z. B. den Pflaumen, kann man auch bei der Palmnuss unterscheiden:

1. Drei Fruchthäute, von denen die äussere die Oberhaut darstellt, die mittlere das eigentliche Fruchtfleisch bildet und die innere zu einer Steinschale erhärtet ist.

<sup>1)</sup> Dr. C. O. HAEZ, Landwirtschaftliche Samenkunde (Berlin 1885, Verlagsbuchhandlung Paul Parey), S. 1124.

2. Einen Samen, welcher im täglichen Leben als „Kern“ bezeichnet wird.

Die äussere Fruchthaut (Epicarpium) ist dünnhäutig, orange- oder zinnoberrot gefärbt und nicht selten mit scharlachroten Flecken besetzt.

Die mittlere Fruchthaut (Mesocarpium, Fruchtfleisch) ist mässig entwickelt, riecht angenehm veilchenartig und ist gegen den Steinkern hin von zahlreichen dunkler gefärbten bis roten Gefässsträngen durchzogen; dasselbe ist sehr reich an Öl (s. oben).

Mikroskopisch konnten wir in dem Fruchtfleisch nach dem Entfetten mit Äther und Alkohol unterscheiden:

a) Faserzellen (s. Taf. II, Fig. 1, 4, 5, 6, Vergr. 300). Nach der Vorbehandlung mit Säure und Alkali<sup>1)</sup> wurde die Struktur der Faserzellen sehr deutlich (Taf. II, Fig. 6).

b) Runde, oft in Reihen angeordnete, hohle oder durchlöcherzte Zellen, wechsellagernd mit den Faserzellen (s. Taf. II, Fig. 2 und nach Vorbehandlung deutlicher aus Fig. 5, Vergrösserung 300).

c) Schraubengefässe (s. Taf. II, Fig. 1 und 4, Vergr. 300).

d) ein Parenchym mit farblosen Zellwänden (s. Taf. II, Fig. 3, Vergr. 300).

Eine nähere Beschreibung des Gewebes des Fruchtfleisches findet sich in der Abhandlung von ARTHUR MEYER, S. 724.

Die innere Fruchthaut (Endocarpium), d. i. die Steinschale (Putamen), ist von unter sich parallelen Gefässbündeln überzogen und dadurch gefurcht. Sie ist dunkelbraun und sehr fest gebaut. Ihre Dicke fand VON OLLECH bei 5 Schalen der Lagossorte am Scheitel = 3—6, an der Seite 2—4, am Grunde 8—11 (einmal 5) mm.

„Am Scheitel der Schale befinden sich drei relativ grosse Poren; durch eine derselben dringt bei der Keimung der sich zur Pflanze entwickelnde Embryo des Samens.“

Den Übergang der Zellen des Mesocarpiums in die des Endocarpiums beschreibt ARTHUR MEYER (l. c. S. 725) folgendermassen:

<sup>1)</sup> Die Vorbehandlung bestand darin, dass die Probe zuerst 2 Stunden im Wasserbad mit 50—100 ccm Schwefelsäure von 1.25<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, dann nach dem Abseihen durch ein Gazefilter ebenso mit Kalilauge von 1.25<sup>0</sup>/<sub>0</sub> behandelt wurde.



„Die Parenchymzellen (s. unsere Taf. II, Fig. 3, d. Ref.) werden in der Nähe des Putamen kleiner, etwas dickwandiger, verholzen, bräunen sich und werden so mehr und mehr zu dunkelbraunen, sklerotischen, isodiametrischen Elementen.“

Solche sklerotische Zellen setzen die Hauptmasse des Endocarps zusammen.

Diese Sklerenchymzellen sind „sehr stark verdickt, dunkelbraun gefärbt und von zahlreichen Tüpfelkanälen durchzogen. Wenige Gefässbündel durchziehen dieses verholzte Gewebe.“

Den mikroskopischen Bau der Sklerenchymzellen der Steinschale haben wir durch verschiedene Handzeichnungen veranschaulicht.

Tafel II, Fig. 7 a und b, Vergr. 150. Bruchstücke der Steinschale, ohne jede Vorbehandlung durch Pulverisieren gewonnen, unter Glycerin.

Tafel II, Fig. 8, Vergr. 300. Einzelne Zellen der letzteren stärker vergrössert.

Tafel II, Fig. 9, Vergr. 300. Steinschale gepulvert, vorbehandelt in üblicher Weise mit Schwefelsäure und Kali. Nach solcher Behandlung trennen sich die einzelnen Zellen leicht durch gelinden Druck mit der Messerklinge. Besonders aus dieser Figur sind die charakteristischen Tüpfel und Porenkanäle deutlich zu ersehen.

Von der Steinschale umschlossen sind die Samen der Ölpalme oder die Palmkerne. An diesen ist zu unterscheiden die Samenhaut und das Endosperm, welches die Hauptmasse bildet. In letzterem eingebettet liegt der Keim (Embryo). Wir betrachten im folgenden diese Elemente näher. Einen Überblick über die mikroskopische Struktur gewährt der Samenschalenquerschnitt (Tafel II, Fig. 10, Vergr. 300). An der Oberfläche befinden sich langgestreckte Zellen, welche die Epidermis bilden, darunter eine Schicht verdickter poröser Zellen. Wir entnehmen aus der Zeichnung (Tafel II, Fig. 10) eine solche Schicht, während HARZ angiebt, dass die Schicht mehrreihig ist. „Unter der Oberhaut liegen 2—5 Reihen grosser, dickwandiger, stark poröser, teils kurzer, teils langgestreckter Zellen, unter diesen 10—14 Reihen tafelförmiger, kleinerer, dunkler, brauner Zellen, welche die innere Samenschale darstellen.“

Die letztere Angabe stimmt ganz mit unserer Beobachtung nach Tafel II, Fig. 10. Die Braunfärbung ist durch Schraffierung einiger Zellen angedeutet. Das darauf folgende grosszellige Gewebe gehört dem Endosperm an (s. d.).

Aus diesen Angaben werden die Bilder verständlich, welche man bei der Betrachtung der Flächenansicht von Bruchstücken der Samenschale erhält.

Die Flächenansicht bildet in der Regel ein Gewirre von sich durchkreuzenden länglichen Zellen, die dickwandig und getüpfelt sind; daran schliessen sich die kürzeren, nicht porösen, mehr dünnwandigen, braunen Zellen des inneren Gewebes der Samenschalen an. Hiernach sind unsere Zeichnungen der Elemente der Samenhaut verständlich.

Tafel II, Fig. 11, Vergr. 70. Präparat nach Vorbehandlung mit Schwefelsäure und Kali. Bei der schwachen Vergrößerung erkennt man nur ein Gewirre sich durchkreuzender länglicher Zellen; die grossen dickwandigen Zellen gehören bereits dem Endosperm an. Tafel II, Fig. 12, Vergr. 300 nach Vorbehandlung, ergibt ein deutlicheres Bild der Elemente der Samenhaut in der Flächenansicht. Man erkennt hier die langgestreckten, dickwandigen Zellen mit getüpfelten Wänden und das dünnwandige, unregelmässig tafelförmige Gewebe.

Tafel II, Fig. 13, Vergr. 600 (vorbehandelt) lässt bei der stärkeren Vergrößerung die Tüpfel deutlicher und zugleich erkennen, dass die Membranen im Querschnitt von einer feinen Kanüle durchzogen und etwas gezahnt sind.

Tafel II, Fig. 14 a und b, Vergr. 300, entspricht denselben Formelementen der Samenschale, ohne jede Vorbehandlung derselben, in Glycerin betrachtet: a) die braunen Zellen des inneren Gewebes, b) die länglichen, dickwandigen, getüpfelten Zellen der Epidermis.

Das Endosperm, der Inhalt der Palmkerne, zeigt im ganzen eine radiale Anordnung seiner Zellen. Dementsprechend giebt der Radialschnitt ein anderes Bild, als der Flächenschnitt.

Die Wandungen der Zellen sind dick, die Trennungslinien nicht deutlich; durch Porenbildung erscheinen die Membranen vielfach wie durchlöchert und die Querwände knotig verdickt. Die meisten Zellen sind länglich, die Längsrichtung ist radial gerichtet, die der Samenhaut am nächsten liegenden Zellen

sind verkürzt. Die tangentialen Durchschnitte der Zellen erscheinen fast rund oder sechseckig.

Viele Zellen enthalten einen fett- und proteinreichen Inhalt. Tafel II, Fig. 17, Vergr. schwach, nicht notiert, zeigt die Epidermiszellen im Radialschnitt, gezeichnet nach einer Mikrophotographie, ausgeführt im Jahre 1892 durch weiland Herrn Dr. JOHANNES STAHL aus Hamburg, damals Volontär der Versuchsstation Kiel.

Tafel II, Fig. 16, Vergr. 300, zeigt das Endosperm im Radialschnitt, stärker vergrößert. Das Präparat ist mit Alkohol und Äther entfettet und unter Glycerin beobachtet.

Tafel II, Fig. 15, Vergr. 300, wie No. 16 vorbehandelt. Endosperm im Tangentialschnitt. Auch aus Tafel II, Fig. 11 sind solche Zellen bei schwächerer Vergrößerung zu ersehen.

Die in vielen Zellen vorkommenden Proteinkugeln werden nach MEYER (l. cit. S. 729) deutlicher, wenn man das Fett durch Chloroform extrahiert, die Schnitte in absoluten Alkohol legt, dem eine Spur Jod zugesetzt ist. Bringt man solche Schnitte ferner in Glycerin, lässt einige Zeit darin liegen, so findet man, dass die Aleuronkugeln meist Krystalle einschliessen (krystallisiertes Eiweiss, d. Ref.), Abbildungen s. a. a. O.

Der Embryo der Palmkerne findet sich an der Basis nahe der Peripherie des Endosperms in einer kleinen Höhlung desselben und ist nach HARZ (l. cit.) 3.1—3.4 mm lang, 0.9 mm dick, nach VON OLLECH im Mittel ca. 3 mm lang, cylindrisch geformt, gelblich gefärbt.

Der Samen der Ölpalme, welcher im Handel als „Palmkern“ bezeichnet wird, ist nach VON OLLECH adrig gerunzelt, wie die Frucht vielkantig, hell bis ins tiefste Dunkelbraun gefärbt. Er misst in der Länge bis 2 cm, in der Breite 1.5—2 cm. Die Samen einer Lagos-Sorte wogen 0.246—1.606, im Mittel 0.79 g.

Eine kleine Sammlung von Palmkernen, welche wir der Güte der Herren NOBLÉE und THÖBL in Harburg a. E. verdanken, ermöglichte uns, das Gewicht der Palmkerne und einige Eigenschaften derselben festzustellen.

1. Ganze Früchte mit Fruchtfleisch (18 Stück).

Gewicht einer Frucht 1.6—10, i. Mittel 4.2 g.

Länge        "        "        2.3—3.7 cm.

Breite       "        "        1.3—2.8 "

Die unbeschädigten, von Steinschalen freien Palmkerne zeigten folgende Eigenschaften:

Palmkerne verschiedener Herkunft.

Herkunft	Farbe	Zahl der Kerne	Gewicht eines Kerns i. Mittel	Länge mit Ausschluss der Kleinsten cm	Form der Palmkerne
Goldcoast	schwarz bis braun- schwarz und erdig	43	0.7	1—1.7	rundlich, oft kantig und verjüngt.
Grand Popo	schwarz	63	1.4	1.4—2.1	breite, grosse, platte, auch kantige u. rund- liche Kerne.
Isle de Los	schwarz bis dunkel- rot	112	0.63	1.2—1.7	rundlich, oft abgeplattet, verjüngt und länglich.
Kamerun	ebenso	86	1.0	1.6—2	länglich, verjüngt, stumpfkantig, oft platt.
New Calabar	ebenso	86	0.90	1.6—1.9	ebenso.
Niger	erdig bis schwarz	66	0.95	1.2—1.8	ebenso.
Old Calabar	schwarz	95	0.91	1.7—2	ebenso.
Operto	schwarz u. erdfarben	90	0.84	1.5—1.8	ebenso.
Opobo	vorwiegend schwarz	87	0.90	1.7—2	häufig zugespitzt, platt, auch kugelig und bohnenartig.
Sherbro	schwarz	71	1.12	1.5—2.2	rundlich und stumpf- kantig, verjüngt, selten platt.
Zanzibar	schwarz bis rot- und gelbbraun	75	1.0	1.5—1.8	rundlich, in der Regel etwas 3 kantig.

Die chemische Zusammensetzung der Palmnüsse und der  
technisch trennbaren Teile des Rohmaterials.

Ganze Palmkerne verschiedener Herkunft enthielten nach TH. DIETRICH und J. KÖNIG<sup>1)</sup> (No. 1—3), und C. SCHÄDLER<sup>2)</sup> (No. 4—6):

<sup>1)</sup> Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel, von Dr. TH. DIETRICH und Dr. J. KÖNIG, II. Auf. (Berlin 1891), 1. Band, S. 578.

<sup>2)</sup> C. SCHÄDLER, Technologie der Fette, Berlin 1883, S. 619.

Herkunft	Wasser	Stickstoff-	Rohfett	Stickstoff-	Rohfaser	Asche
	%	haltige		freie,		
		Substanz	%	Extrakt-	%	%
		%		stoffe		
				%		
1. —	9.14	8.79	48.07	26.76	5.44	1.80
2. —	9.14	7.95	48.87	30.45	6.53	1.86
3. Lagos	6.13	8.93	49.51	28.08	5.52	1.82
4. Sherbro	9.45	8.60	45.40	35.75		1.80
5. Quitall	8.40	7.90	46.85	35.30		1.55
6. Old Calabar	8.15	8.20	53.80	28.20		1.65
Mittel	8.40	8.41	48.75	26.87	5.82	1.75

Die lufttrockne Substanz von No. 1 enthielt 9.2% wasserlösliche Substanzen, wovon 1.63% lösliches Protein. No. 5 und 6 enthielten bezw. 8.35 und 10.25% wasserlösliche Substanzen, wovon bezw. 1.41 und 1.65% lösliches Protein.

Betrachtet man die einzelnen Teile der Palmfrucht nacheinander, so fehlen zunächst Angaben über die Zusammensetzung des Fruchtfleisches.

Jedenfalls ist dasselbe sehr reich an Öl, da dieses schon mit den Fingern ausgepresst werden kann. Über das daraus gewonnene Palmöl s. unten.

Von Steinschalen, welche den importierten Palmkernen oft noch in gewisser wechselnder Menge anhaften, liegt nur eine Analyse von A. VÖLCKER<sup>1)</sup> vor. Wir haben daher Herrn Dr. H. WEHNERT gebeten, noch eine solche Analyse auszuführen. Als Material diente eine uns von Herren NOBLÉE und THÖRL in Harburg gütig zur Verfügung gestellte Probe ganzer Palmnüsse, von denen wir, nach dem Zertrümmern der Steinschale, Bruchstücke der letzteren rein isolierten und fein mahlen liessen:

<sup>1)</sup> A. VÖLCKER, J. Roy. Agr.-Soc. IX, Part. I; Agrik. Jahresber. 1873/74, S. 15. VON OLLECH l. c.

	Analyse von A. VÖLCKER	Analyse von H. WEHNER, Kiel
	%	%
Wasser . . . . .	10.12	11.16
Rohprotein . . . . .	2.93	3.68
Rohfett . . . . .	1.51	2.17
Stickstofffreie Extraktstoffe	16.37	5.09
Rohfaser . . . . .	67.90	75.33
Asche . . . . .	1.17	2.57
	Summa 100.00	100.00

Die folgenden Gewichtsbestimmungen von v. OLLECH (l. c.) lassen das Verhältnis zwischen Schale und Kern ersehen.

Es wogen 4 Palmnüsse ohne Fruchtfleisch:

	I	II	III	IV
Steinschale . . . . .	10.04	7.97	7.93	4.29 g
Palmkerne . . . . .	2.56	1.45	2.63	1.04

Hiernach beträgt die Steinschale rund 80% vom Gewicht der Nuss, oder das vierfache vom Gewicht des Kernes. Bei I wurde auch das Gewicht des bereits eingetrockneten, faserigen Fruchtfleisches ermittelt, welches 4.2 g betrug.

Betrachten wir ferner die einzelnen Bestandteile, insbesondere das Fett der Palmnüsse, so haben wir nach obigem zu unterscheiden:

a) Das Palmöl (aus dem Fruchtfleisch) ist frisch ausgepresst von butterartiger Konsistenz, dunkel- bis orange-gelb, schmeckt süßlich und riecht schwach nach Veilchenwurz.<sup>1)</sup> Freie Säure ist im Palmöl stets vorhanden. Schon im frischen Palmöl wurden 12% gefunden; in älterem fand NÖRDLINGER 50.82%, der Gehalt kann sogar bis 100% steigen. Das Glycerin scheidet sich dabei zum Teil als solches aus und kann durch Ausziehen mit Wasser gewonnen werden.

Das Palmöl enthält nach NÖRDLINGER<sup>2)</sup> zum Teil als freie Säure, zum Teil als Glyceride, Palmitinsäure und Ölsäure, neben geringen Mengen von Stearinsäure und Heptadecylsäure,<sup>3)</sup> sowie nach BENEDIKT und HAZURA<sup>4)</sup> Linolsäure.

<sup>1)</sup> R. BENEDIKT, Analyse der Fette, 2. Aufl. (Berlin 1892), S. 377.

<sup>2)</sup> Dr. H. NÖRDLINGER, Über den Fettgehalt der Palmkerne, Zeitschr. ang. Chem. 1895, S. 19.

<sup>3)</sup> H. NÖRDLINGER, Ebendasselbst 1892, S. 110.

<sup>4)</sup> R. BENEDIKT und K. HAZURA, Ebendasselbst 1889, S. 353; nach Monatschr. f. Chem. 1889, S. 353.

Die festen Fettsäuren aus dem Palmöl enthielten neben Palmitinsäure ungefähr 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Stearinsäure und etwa ebensoviel Heptadecylsäure,  $C_{17}H_{34}O_2$  (Schmelzpunkt 57°).

Die Linolsäure,  $C_{18}H_{32}O_2$ , liefert bei der Oxydation mit Kaliumpermanganat Sativinsäure = Tetraoxystearinsäure,  $C_{18}H_{32}O_2(OH)_4$ . Dieselbe bildet nach BAUER und HAZURA<sup>1)</sup> unter dem Mikroskop lange Nadeln und Prismen mit aufgesetzten Pyramiden. Sie schmilzt bei 173°, löst sich in 2000 Teilen siedenden Wassers, ist unlöslich in kaltem Wasser, Äther, Schwefelkohlenstoff und Chloroform, schwer löslich in kaltem Alkohol, leicht löslich in Eisessig und in heissem Alkohol.

Die Eigenschaften der Sativinsäure sind wichtig für den Nachweis von Palmöl in anderen Fetten.

Charakteristisch für Palmöl ist ferner der Gehalt an einem Lipochrom, welches an der Luft ausbleicht, durch Verseifen nicht zerstört wird, so dass frisches Öl eine gelbe Seife liefert.

Dieses Lipochrom bildet nach BENEDIKT die Ursache der folgenden Farbreaktionen:

Chlorzink giebt mit dem geschmolzenen Fett eine intensiv grüne, beim Umrühren dunkelgrasgrüne Färbung.

Schwefelsäure färbt blaugrün.

Bei der Chloroform-Schwefelsäureprobe färbt sich ein nach E. SALKOWSKI hergestelltes Ätherextract blau. (Vergl. die auf S. 20, Anm. 7, citierte Abh. S. 565 ff.)

Salpetersaures Quecksilberoxyd färbt zeisiggelb, dann hellgrün, zuletzt licht strohgelb.

Nach verschiedenen Angaben, die wir grossenteils dem Werke von BENEDIKT entnehmen, beträgt das spezifische Gewicht des Palmöls bei 15° 0.945 (SCHÄDLER), bei 18° 0.9046 (STILURELL); der Schmelzpunkt je nach Alter und Herkunft 27—42.5°, 36 bis 37° (THÖRNER<sup>3)</sup>); die Verseifungszahl 202.0—202.5 (VALENTA); die REICHERT'sche Zahl 0.5 (MEDICUS und SCHEERER); die Jodzahl 51.0—52.4 (WILSON), 51.5 (THÖRNER,<sup>3)</sup> HÜBL<sup>2)</sup>), 50.3 (RUSSEL, W. MOORE<sup>2)</sup>); das mittlere Molekulargewicht der Fettsäuren 273 (TATE), 270 (ALLER), 263 (WILLIAMS).

b) Das Palmkernöl. Der Gehalt der Palmkerne an Fett ist nach NÖRDLINGER abhängig von dem Standort und Alter der

<sup>1)</sup> BAUER und HAZURA, Monatschr. f. Chemie 7, S. 216, 8, S. 153  
BENEDIKT, Analyse der Fette, 2. Aufl., S. 23.

<sup>2)</sup> FRESSENIUS, Zeitschr. 25 (1896), S. 435 und 438.

<sup>3)</sup> Vergl. Citat 4, S. 20.

Pflanzen, von der Reife der Samen, von den klimatischen Verhältnissen des Jahrganges, und schwankt nach seinen Erfahrungen von 43—55%.

In einer Tabelle, welche wir uns erlauben im folgenden zum Abdruck zu bringen, stellt NÖRDLINGER (vergl. Citat 2 auf S. 17) die Durchschnittsresultate aus einer grösseren Zahl seiner Bestimmungen des Fettgehaltes von Palmkernen derselben Jahrgänge aber verschiedener Herkunft zusammen.

Palmkerne der Ausfuhrhäfen		Mittlerer Fettgehalt %		Prozentual. Fettgehalt der Palmkerne %
1. Sierra Leone mit Banana	Britisch	48.6	} Sierra Leone-Küste	47.5
2. Insel Sherbro	"	46.7		
3. Liberia	Negerrepublik Liberia	49.4	} Pfefferküste	48.5
4. Grand Bassa	"	50.2		
5. Half Jack	Französisch	50.8	} Zahnküste	50.8
6. Apollonia	Britisch	47.2		
7. Dixcove	"	48.4	} Goldküste	48.7
8. Cape-Coast-Castle	"	50.2		
9. Winnebah	"	46.1		
10. Quitta	"	48.4	} Sklavenküste	49.9
11. Togo-Gebiet	Deutsch	52.1		
12. Togo-Gebiet	Französisch	49.3		
13. Lagos	Britisch	50.4	} Beninbucht	50.3
14. Benin	"	49.8		
15. Niger	"	50.5		
16. Brass	"	52.5	} Nigermündungen	51.2
17. Calabar	"	50.9		
18. Bonny	"	51.0		
19. Opobo	"	52.3	} Kamerungebiet	49.0
20. Kamerun	Deutsch	49.0		
21. Congo	Freistaat	47.4	} Congomündungen	47.4
22. Loanda	Portugiesisch	50.9		

„Danach würden die fettreichsten Palmkerne aus den Britischen Nigermündungen (51.2 Proz.), sowie aus dem Deutschen Togo-Gebiet (52.1 Proz.), die fettärmsten aus dem Britischen Hafen



Winnebah an der Goldküste und den Britischen Besitzungen an der Sierra Leone-Küste (47.5 Proz.), sowie aus dem Congo-Staat (47.4 Proz.) kommen, während unsere Deutsche Kolonie Kamerun mit 49 Proz. ein Mittelprodukt liefert.“

Das Palmkernöl enthält nach OUDEMANS<sup>1)</sup> 26.6 Proz. Triolein, 33 Proz. Tristearin, Tripalmitin, Trimyristin, 40.4 Proz. Trilaurin, Tricaprin, Tricaprylin und Tricaproin.

Durch Untersuchung des nach dem Verseifen abgeschiedenen Fettsäuregemenges durch fraktionierte Destillation im luftverdünnten Raume kam VALENTA<sup>2)</sup> zu dem Resultat, dass an der Zusammensetzung dieses Gemenges teilnehmen: die Capronsäure, Capryl-, Caprin-, Laurin-, Myristin- und Palmitinsäure neben der Ölsäure. Die Menge der letzteren schwankt, wie aus den Jodzahlen hervorgeht, erheblich. Den Hauptanteil an der Zusammensetzung des Fettsäuregemenges nimmt die Laurinsäure.

Dem BENEDIKT'schen Werke entnehmen wir ferner folgende Daten: Spezifisches Gewicht des Palmkernöls bei 15° 0.952 (SCHÄDLER), bei 40° (Wasser von 15° = 1) 0.9119 (ALLEN). Schmelzpunkt des Fettes: 23—28° (VALENTA), 25—26°, Erstarrungspunkt 20.5°; altes Öl: Schmelzpunkt 27—28° (SCHÄDLER), Schmelzpunkt 28°, Erstarrungspunkt 26° (THÖRNER).<sup>3)</sup> Verseifungszahl des Fettes: 247.6 (VALENTA), 246—250 (THÖRNER).<sup>4)</sup> Jodzahl 14.9, 13—14 (THÖRNER), 12.07 (DEMSKI und MORAWSKI).<sup>5)</sup> 12.3 (BECKURTS und HEILER). Refraktionszahl bei 40° = 36.5 (Dieselben).<sup>6)</sup> Mittleres Molekulargewicht der Fettsäuren 211 (VALENTA).

SALKOWSKI<sup>7)</sup> fand den Gehalt an freier Säure, berechnet als Ölsäure, bei zwei Sorten Palmkernöl I. 13.39%, II. 13.26%; NÖRDLINGER<sup>8)</sup> a) bei 27 Proben gepresstes technisches Öl: 3.30 bis 17.65, im Mittel 6.91 Pl, b) bei 10 Sorten extrahiertes Öl: 4.17—11.42, im Mittel 8.49 Pl. Nach VALENTA steigt der Fettsäuregehalt in altem Öl bis zu 58 Pl. (Vergl. unsere eigenen Bestimmungen weiter unten.)

<sup>1)</sup> OUDEMANS jr. J. pr. Ch. (2), 2, S. 393.

<sup>2)</sup> EDUARD VALENTA, Ztschr. f. angew. Chemie 1889, S. 334.

<sup>3)</sup> Dr. WILH. THÖRNER, Beitrag zur Untersuchung der Fette, Ztschr. angew. Ch. 1889, S. 309.

<sup>4)</sup> Dr. WILH. THÖRNER, Chem. Ztg. (Cöthen) 1894, No. 61, S. 1154.

<sup>5)</sup> DEMSKY und MORAWSKY, FISCHERS Jahresber. 1885, S. 1111.

<sup>6)</sup> H. BECKURTS und H. HEILER, Ztschr. f. angew. Chemie 1895, S. 613.

<sup>7)</sup> E. SALKOWSKI, Ztschr. f. analyt. Ch. 26, 1887, S. 577.

<sup>8)</sup> HUGO NÖRDLINGER, Ebendas. 28, 1889, S. 185.

**Im Rohmaterial vorkommende natürliche Verunreinigungen, fremde Beimengungen etc. und die technisch ausführbaren Reinigungsmethoden.**

Über fremde Beimengungen oder gar absichtliche Zusätze zu dem Rohmaterial liegen Mitteilungen nicht vor. Dagegen lässt oft die allgemeine Beschaffenheit der Palmkerne und ihre Reinheit zu wünschen übrig. Als Verunreinigungen und Mängel natürlichen Ursprungs sind zu bezeichnen: Reste der anhaftenden Steinschale, Sand, Staub, Eisenteile, beschädigte, nasse, alte und schlechte, noch unreife Kerne.

Über diese Punkte verdanken wir der Firma NOBLÉE und THÖRL'S Palmkernölfabriken einige Privatmitteilungen, von denen wir im folgenden Gebrauch machen.

Es kommen im Handel schalenreine Kerne vor oder solche, welche stärker mit Steinschalen, Sand, Staub verunreinigt sind. Im allgemeinen sind die Kerne jetzt besser sortiert, d. h. schalenreiner, als früher, und es dürften auch die kleineren Faktoreien zu der Überzeugung kommen, dass es nur in ihrem Vorteil liegt, der Sortierung alle Sorgfalt zu widmen.

Während der Fettgehalt der Kerne durch Klima und geographische Breite bedingt wird, hängt die Schalenreinheit von der Sorgfalt ab, mit welcher die betr. Neger die Arbeit, d. h. das Losklopfen der Schale, vollziehen. Dieser Punkt ist also gewiss vielerorts noch einer Verbesserung fähig.

Nach Angabe der Firma werden die schalenreinsten Kerne geliefert von Niger, Opobo, Liberias, Oldcalabar, Banana, River und Kamerun. Die Lagoskerne sind zwar sehr öereich, enthalten aber oft viele Schalen und liefern mitunter ein gelbes Öl.

Nach NÖRDLINGER übt der Gehalt des Rohmaterials an Schalen einen Einfluss aus auf die Ölausbeute, weil die ursprünglich fettfreien Schalen beim Entfetten der Kerne eine gewisse Menge Fett aufsaugen, welche sie auch unter starkem Druck nicht wieder abgeben. Der Schalengehalt der Kerne, welcher durchschnittlich 6% beträgt, wird daher bei der Festsetzung des Preises mit berücksichtigt.

Ein dem Rohmaterial anhaftender und durch mangelhafte Reinigung nicht entfernter Anteil an Staub-Sand bildet wohl die Ursache des in den Palmkuchen und Mehlen zuweilen nachgewiesenen Sandgehaltes, worüber weiter unten nähere Mitteilungen folgen. (Ref.)

Beschädigte und durch Regen oder auf der Reise feuchtgewordene Kerne lassen sich zwar durch Pressen, aber nur sehr unvollkommen durch Extraktion verarbeiten. Etwa nass ankommende Kerne werden in der Fabrik umgeschaufelt, in den Trockenraum gebracht, wo die Feuchtigkeit durch trockene Hitze ausgetrieben wird.

Die Firma, welche nach dem Extraktionsverfahren arbeitet, erhält jedoch nur selten beschädigte Kerne, da sie bei den grossen afrikanischen Kolonien kauft, welche vorzügliche Einrichtungen besitzen, Lagerhäuser an den Fluss-, Sammel-, Verladungsplätzen, für den Kerntransport besonders installierte Dampfer.

Alte und schlechte Kerne kommen „in Anzahl“ eigentlich nur in den weniger gangbaren Sorten vor.

Unreife Kerne kommen nie herüber. Die Neger würden sie durch die wuchtigen Schläge, welche erforderlich sind, um die Schalen zu entfernen, zu Brei zermalmen.

Fälschungen resp. Unterschibungen anderer Materialien sind bisher von der Firma nicht beobachtet worden.

Die Reinigung der Kerne von Staub, Sand, Fasern, Eisenteilen geschieht in der Fabrik der genannten Firma mit Hilfe von Sieben und Schüttelwerken; zum Abfangen etwaiger Eisenteile dienen zwei starke Magneten. Alle Kerne müssen diesen Separator passieren. (Vergl. auch den folgenden Abschnitt.) Die Siebrückstände wurden früher verkauft. Man hat auch versucht, ein Röhrengas daraus zu gewinnen, doch waren sie hierzu nicht recht geeignet.

### **Kurze Beschreibung der Fabrikationsmethode.**

Wir beschränken uns hier auf wenige Mitteilungen und verweisen im übrigen auf die technologischen Handbücher oder Abschnitte derselben, welche die Gewinnung der Öle und Fette zum Gegenstande haben.

Das Fett wird aus den zerkleinerten Palmkernen entweder durch Extraktion mit Naphta (Gazolin) oder Schwefelkohlenstoff, oder durch Auspressen mit hydraulischen Pressen gewonnen.

Die mehrfach erwähnte Fabrik von NOBLÉE & THÖRL in Harburg arbeitet nach dem Extraktionsverfahren und hat uns darüber etwa folgendes mitgeteilt.

Die in der oben beschriebenen Weise (s. vorigen Abschnitt) gereinigten Kerne werden geschrotet und gewalzt. Die Kerne werden nämlich zuerst durch geriffelte Walzen grob geschrotet und dann durch glatte Walzen mit Differentialgeschwindigkeit zerrissen, wobei sie in dünnfasrige Schnitte zerzupft werden, welche der Wirkung des Extraktionsmittels eine grosse Fläche darbieten.

Zur Extraktion werden die specifisch leichtesten Teile der amerikanischen Naphta verwendet, die als Gazolin bezeichnet werden und bei 80° C. sieden. Man gewinnt sie durch Destillation und reinigt das Destillat durch eine Reihe von Cylindern, in welchen das Gazolin nacheinander in Berührung kommt mit Schwefelsäure, Natronlauge, Wasser. Andere Fabriken bewirken die Extraktion mit Hilfe von Schwefelkohlenstoff.

Die Extraktion mit Naphta bzw. Gazolin geschieht mit Hilfe von kupfernen Extraktoren, die mit einem Mantel von Eisenblech umhüllt sind. Sie stehen einerseits in Verbindung mit einem Sammel- und Kochgefäss, anderseits mit einem fabrikmässigen Rückflusskühler oder Kondensator. In den Extraktoren lässt man auf die zerkleinerten Palmkerne zuerst das flüssige Gazolin einwirken, später den durch Erhitzen der Sammelblase entwickelten Dampf und die zurücktropfende kondensierte Flüssigkeit, in ähnlicher Weise wie es bei den Fettbestimmungen der Futtermittel geschieht.

Zuletzt lässt man das zurückbleibende Gazolin durch den Druck der eigenen Dämpfe auspressen, entfernt dann noch soviel als möglich mit Hilfe von Exhaustoren und die letzten Reste durch gespannten Wasserdampf von 4 Atmosphären Druck.

Das den Extraktoren entnommene Palmkernschrot wird zerrieben und gedarrt und zeigt bei richtiger Leitung des Verfahrens einen angenehmen Obst- oder Brotgeruch.

Die Gewinnung des Palmkernöls durch Schwefelkohlenstoff geschieht mit Hilfe einer Extraktionsbatterie durch allmähliche Lösung und Verdrängung mittelst eines langsamen Stromes des Lösungsmittels, bis dasselbe fettfrei wird und an den Glas-Beobachtungsröhren nicht mehr gelblich erscheint. Wenn der erste Extraktor erschöpft ist, wird er behufs Wiedergewinnung der in ihm enthaltenen Schwefelkohlenstoffreste ausgeschaltet, mit neuem Öl gut beschickt und wieder eingeschaltet. Inzwischen

ist ein zweiter Extraktor erschöpft, der ausgeschaltet und ebenso wie der vorige behandelt wird.

Das Abtreiben des Schwefelkohlenstoffs geschieht zuerst durch komprimierte Luft, dann durch die vereinigte Wirkung dieser und von Wasserdampf. Der kondensierte Schwefelkohlenstoff wird alsbald wieder in Gebrauch genommen. Die austretende Luft enthält aber noch Schwefelkohlenstoffdampf, welcher mit Hilfe von Öl in langen, dünnen, horizontal liegenden Cylindern absorbiert wird, während das Öl durch eine Flügelwelle in Bewegung erhalten wird.

Die Gewinnung des Öls geschieht durch Abdestillieren des Lösungsmittels in besonderen Destillationsapparaten.

Nach einer von SONNE und SCHMIDT<sup>1)</sup> ausgeführten Untersuchung ist das mittelst reinen Schwefelkohlenstoffs gewonnene Palmkernmehl vollständig frei von Schwefelkohlenstoff oder ähnlichen, den Geruch und Geschmack ungünstig beeinflussenden Stoffen.

Über ein neues patentiertes Verfahren der Gewinnung des Palmkernöls durch wasserfreie flüssige schwefelige Säure in Druckapparaten bei 30—40° und 5—6 Atmosphären Druck hat STUTZER einige Mitteilungen gemacht, auf welche wir hier nur hinweisen.<sup>2)</sup>

Die Gewinnung des Palmkernöls mit Hilfe hydraulischer Pressen wird uns von einer Fabrik, welche nach diesem Verfahren arbeitet, in Kürze folgendermassen geschildert:

Die Palmkerne gelangen aus dem Lagerraum in Reinigungscylinder, in welchen aller Staub etc. und ebenso Eisenteile durch Magnete entfernt werden. Von hier gelangen die Kerne auf die Zerkleinerungsmaschinen, welche aus den geriffelten Kernbrechwalzen, glatten Hartgusswalzen und Kollergängen bestehen.

Das hierdurch hergestellte Mehl wird nun in die Wärmepfannen geschüttet, welche doppelte Eisenwände besitzen und durch Dampf erhitzt werden. Die Masse kommt dann in die sog. Kastenpressen, die je 10 Kuchen enthalten und einem Druck von 250—300 Atmosphären ausgesetzt werden.

Die Pressrückstände oder Kuchen enthalten aber noch bis 15% Öl und müssen daher noch ein zweites Mal gepresst werden. Zu diesem Zweck werden sie in die Kuchenbrecher gebracht,

<sup>1)</sup> Dr. W. SONNE und Dr. A. SCHMIDT, Biederm. Centralbl. 1895, S. 488.

<sup>2)</sup> Dr. A. STUTZER, Ein neues Palmkernmehl, Biederm. Centralbl. 1891, S. 750.

von da zwischen die Glattwalzen, wieder in die Wärme-Pfannen und dann in Kastenpressen derselben Konstruktion, wie die verigen, wo sie nun aber einem Druck von 330 Atmosphären ausgesetzt werden. Die so hergestellten Kuchen sind für den Versand fertig.

### **Charakteristik des echten Futtermittels und die Mittel für den Nachweis der Echtheit.**

#### **a) Einteilung der Palmkernrückstände.**

Aus der obigen Darstellung der Gewinnung von Palmkernöl ersieht man, dass wir zwei Hauptgruppen von Palmkernrückständen zu unterscheiden haben: 1. die Rückstände vom Pressverfahren, 2. die Rückstände von der Extraktion der zerkleinerten Palmkerne durch Lösungsmittel, wie Schwefelkohlenstoff, Gazolin. Wenn man ferner die Form berücksichtigt, in welcher diese Rückstände im Handel vorkommen, so ergibt sich die folgende Übersicht.<sup>1)</sup>

#### **α) Rückstände der Palmkerne von dem Pressverfahren.**

##### **1. Palmkuchen (syn. Palmkernkuchen).**

2. Palmkuchenmehl (syn. Palmkernkuchenmehl, doch nicht Palmkernmehl). Diese Ware besteht aus gemahlene Palmkuchen. Die Herstellung der Palmkuchenmehle geschieht wohl zum Teil auf Wunsch vieler Abnehmer, welche die Mehlforn vorziehen, vielleicht auch Mischungen mit andern Futtermehlen herstellen wollen. Die Kuchenmehle werden zum Teil auch zur Herstellung von Melassefutter verwendet. Ferner werden Palmkuchenmehle auch bereitet aus geringeren Sorten von Palmkuchen, welche aus nicht genügend vorgereinigtem Rohmaterial hergestellt sind und daher öfters, als man gewöhnlich glaubt, Eisenteile, Nadeln etc. enthalten. Diese sollen durch einen zweiten sorgfältigeren Mahlprozess entfernt werden. „Natürlich nützt das Mahlen, wie es leider vielfach geschieht, ohne wesentliche Reinigung gar nichts, sondern alles hängt vom richtigen Sieben etc. ab.“ Wichtig ist hiernach der Hinweis auf im Handel vorkommende geringere, durch Eisenteile mitunter gefährliche Sorten von Palmkuchen.

<sup>1)</sup> Bei der Aufstellung dieser Übersicht sind wir von der Firma CARL HIRSCHBERG in Hamburg in dankenswerter Weise unterstützt worden.

3. Palmkuchenschrot (syn. gebrochene Palmkuchen, nicht zu verwechseln mit Palmkernschrot). Die Ware besteht aus nur gebrochenen Palmkuchen und ist daher leicht vom Palmkernschrot (s. d.) zu unterscheiden.

*β*) Rückstände der Palmkerne nach dem  
Extraktionsverfahren.

Wir verstehen darunter die Rückstände von der Ölgewinnung mit Hilfe von Schwefelkohlenstoff, Gazolin u. dergl.

1. Palmkernmehl, wenn das Material vor der Extraktion fein gemahlen war. Diese Ware darf nicht als Palmkuchenmehl bezeichnet werden und wird oft mit solchem verwechselt. Infolge dieser Verwechslungen besitzen wir keine guten Gehaltsmittelzahlen für Palmkernmehl. Charakteristisch für dieses ist der geringe, in der Regel nur wenige Prozente betragende Fettgehalt, während die Palmkuchenmehle annähernd denselben Fettgehalt wie die Palmkuchen besitzen.

2. Palmkernschrot, nicht zu verwechseln mit Palmkuchenschrot. Das Material ist vor der Extraktion geschrotet, durch eigenartige Walzen in dünnfasrige Stücke zerrissen (s. Fabrikation). Vom Palmkuchenschrot ist es leicht zu unterscheiden, abgesehen von dem Fettgehalt, da die einzelnen Fragmente beim Palmkernschrot zusammenhängende Teile desselben Palmkerns bilden, während Palmkuchenschrot aus zusammengepresstem Mehl besteht.

Charakteristisch ist das Aussehen und der Geruch der Palmkernkuchen, Mehle und Schrote. Eine Beschreibung dieser äusseren Merkmale kann hier wenig sagen, wo eine gewisse Erfahrung vor allem erforderlich ist, die sich der Chemiker indessen rasch aneignet, wenn ihm Proben solcher Futterartikel öfters zur Analyse übermittelt werden. Wir beschränken uns daher auf wenige Mitteilungen.

Die Palmkuchen sind im ganzen hell von Farbe, etwas bräunlich oder grau. Man bemerkt zahlreiche dunkle Partikel. Diese rühren von Bruchteilen der Samenschale und der Steinschale her, während das heller gefärbte dem Endosperm angehört. Die Kuchen fühlen sich oft hart und trocken an. Sie sind zuweilen fast geruchlos oder zeigen einen obstartigen Geruch, der bei manchen Sorten stärker, nicht unangenehm

fruchtätherartig hervortritt. Anderen Kuchen fehlt dieses Aroma fast ganz, welches übrigens als ein normales, von den Palmkernen herrührendes zu bezeichnen ist. Spuren flüchtiger Fettsäuren sind wahrscheinlich, je nach Menge in wechselndem Grade, auf den Geruch von Einfluss.

Ähnliche Farbe, oft etwas tiefer bräunlich, besitzen die Palmkuchenmehle. Auch hier sind die von Schalen herrührenden Teile wohl erkennbar.

In dem Palmkernschrot ist infolge der größeren Natur der Teile die Schale neben dem Endosperm mehr in die Augen fallend. Das Endosperm ist hier noch heller gefärbt, als beim Presskuchen, wahrscheinlich weil mit dem Fett auch der grösste Teil des Lipochroms entfernt ist. Der Geruch erinnert nur in Ausnahmefällen noch an das angewandte Extraktionsmittel.

b) Die chemische Zusammensetzung der Palmkernrückstände ist durch sehr zahlreiche Analysen festgestellt, von denen viele sich auf die Ermittlung des Gehalts an Protein und Fett beschränkt haben.

Wir teilen im folgenden einiges über die erzielten Gesamtergebnisse mit:

Mittelzahlen nach DIETRICH und KÖNIG.<sup>1)</sup>

	Anzahl der Analysen	Wasser %	Stickstoff- haltige Substanz %	Rohfett %	Stickstoff- freie Ex- traktstoffe %	Rohfaser %	Asche %
Palmkuchen, Palmkuchenmehl etc.:							
Minimum . . . . .	—	5.46	10.70	4.43	20.07	7.64	2.32
Maximum . . . . .	—	15.00	26.28	14.65	57.34	38.21	8.85
Mittel bis 1870 . . . . .	28	9.62	16.47	11.39	40.94	17.60	3.98
Desgl. von 1870—1880 . . . . .	260	10.31	15.84	9.72	38.98	21.35	3.80
Desgl. von 1880—1889 . . . . .	612	9.79	16.68	11.08	34.19	24.00	4.26
Gesamtmittel . . . . .	900	10.09	16.20	10.98	37.38	21.45	3.90
Rückstände extrahierter Palmkerne:							
Minimum . . . . .	—	4.81	11.75	1.16	22.11	16.12	2.79
Maximum . . . . .	—	15.96	23.99	12.69	57.81	40.69	10.85
Mittel . . . . .	227	10.87	16.43	4.45	38.07	25.92	4.26

<sup>1)</sup> Dr. TH. DIETRICH und Dr. J. KÖNIG, Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel, 2. Aufl. (Berlin 1891), Bd. I, S. 695—705.



Die Ref. bemerkten jedoch in einer Nota (loc. cit. S. 695), dass die Abgrenzung zwischen den Palmkuchen und den durch Lösungsmittel extrahierten Palmkernrückständen keine sichere war, da die nötigen Angaben bei den Analysen oft fehlten, so dass die Unterscheidung sich zum Teil auf die Höhe des Fettgehaltes gründen musste.

In der letzten Auflage von E. WOLFF's<sup>1)</sup> Fütterungslehre werden für Palmkernkuchen und Mehl folgende mittleren Gehaltszahlen angenommen.

	Wasser %	Roh- protein %	Rohfett %	Stickstoff- freie Extrakt- stoffe %	Roh- faser %	Asche %
Palmkernkuchen . .	10.2	16.1	9.5	41.9	18.3	4.0
Palmkernmehl . . .	10.5	17.5	3.8	44.0	20.2	4.0

Wir lassen noch eine Reihe von Durchschnittszahlen folgen, welche wir den Jahresberichten agrikulturchemischer Versuchs-Stationen entnommen haben, unter gleichzeitiger Angabe der Minimal- und Maximalwerte für Protein und Fett. Wir machen nur Gebrauch von den Zahlen seit dem Jahre 1890 und ordnen die Daten nach den Jahrgängen einerseits, nach den Versuchs-Stationen andererseits.

Jahr	Versuchs-Stationen	Zahl der Analysen	Protein			Fett		
			Mittel %	Minim. %	Maxim. %	Mittel %	Minim. %	Maxim. %
Palmkernkuchen:								
1890	Kiel . . . . .	21	15.84	13.71	17.27	9.55	5.66	14.48
"	Rostock . . . . .	12	17.3	15.5	20.0	8.3	6.7	10.7
1891	Kiel . . . . .	12	16.29	14.09	18.55	9.09	4.39	14.63
"	Rostock . . . . .	17	16.0	14.8	17.3	8.4	6.7	10.2
"	Rufach . . . . .	3	15.4	—	—	10.7	—	—
1892	Kiel . . . . .	15	16.79	15.49	18.61	8.36	6.29	11.30
"	Rostock . . . . .	15	15.9	13.8	16.1	8.1	6.6	9.8
	Zu übertragen:	95	—	—	—	—	—	—

<sup>1)</sup> Dr. EMIL WOLFF, Die rationelle Fütterung der landw. Nutztiere, 6. Aufl., Thaer-Bibliothek (Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin, 1894) S. 245.

Jahr	Versuchs-Stationen	Zahl der Analysen	Protein			Fett		
			Mittel %	Minim. %	Maxim. %	Mittel %	Minim. %	Maxim. %
	Übertrag:	95	—	—	—	—	—	—
1893	Göttingen . . . . .	—	16.98	16.55	17.40	9.96	9.53	10.72
"	Kiel . . . . .	24	16.92	16.38	18.66	7.55	5.76	10.34
"	Königsberg . . . . .	13	16.39	12.72	18.18	7.08	6.44	9.89
"	Marburg . . . . .	25	16.3	13.4	18.6	9.6	5.5	15.1
"	Wiesbaden . . . . .	9	15.66	14.5	20.25	9.77	7.44	13.01
1894	Göttingen . . . . .	4	15.77	15.10	16.43	10.46	10.34	10.57
"	Kiel . . . . .	16	17.15	16.09	17.82	7.41	5.66	9.80
"	Königsberg . . . . .	24	16.11	14.82	17.51	7.26	1.46	12.56
"	Köslin . . . . .	16	16.12	13.44	18.81	6.92	3.27	9.56
"	Marburg . . . . .	17	15.8	14.6	16.6	9.2	6.5	13.1
1895	Kiel . . . . .	10	17.27	15.20	18.73	6.95	5.82	8.52
"	Köslin . . . . .	11	16.21	15.31	17.06	7.30	5.74	9.42
1896	Breslau . . . . .	37	16.40	13.75	18.50	8.17	5.26	16.11
"	Kiel . . . . .	21	17.45	15.70	18.93	7.81	6.04	11.20
"	Pommritz . . . . .	6	16.9	15.8	17.5	8.2	7.6	10.8
"	Marburg . . . . .	28	16.5	15.1	18.7	10.5	6.4	14.5
	Summa Gesamtmittel	356	—	—	—	—	—	—
			16.40	12.72	20.25	8.55	1.46	16.11

Palmkuchennmehl (oft irrtümlich als Palmkernmehl bezeichnet).

1890	Halle . . . . .	—	16.6	—	—	7.0	—	—
	Kiel . . . . .	7	16.83	15.67	17.90	7.0	4.98	8.32
1891	Halle . . . . .	—	16.9	—	—	6.0	—	—
"	Kiel . . . . .	11	16.78	15.33	17.90	7.23	4.94	10.38
1892	Halle . . . . .	—	15.9	—	—	7.7	—	—
"	Kiel . . . . .	13	17.78	15.49	20.85	7.37	4.48	10.36
1893	Danzig . . . . .	12	16.60	—	—	5.86	—	—
"	Halle . . . . .	78	16.2	12.7	17.6	7.3	1.3	14.3
"	Kiel . . . . .	12	16.10	14.15	18.51	6.86	4.54	8.62
1894	Halle . . . . .	73	16.2	14.7	17.2	8.6	6.7	11.6
"	Hildesheim . . . . .	44	16.2	14.7	18.4	8.3	1.3	14.2
"	Kiel . . . . .	7	16.11	14.73	17.40	7.77	6.50	8.32
1895	Halle . . . . .	—	16.1	—	—	8.1	—	—
"	Kiel . . . . .	6	17.20	16.62	18.14	9.39	8.38	10.50
1896	Kiel . . . . .	14	17.56	15.97	19.51	7.80	6.40	9.73
"	Köslin . . . . .	10	16.69	17.12	18.38	5.79	1.16	8.00
	Summa Gesamtmittel	287	—	—	—	—	—	—
			16.57	12.7	20.85	7.38	1.16	14.3

Jahr	Versuchs-Stationen	Zahl der Analysen	Protein			Fett		
			Mittel %	Minim. %	Maxim. %	Mittel %	Minim. %	Maxim. %
<b>Palmkernschrot.</b>								
1890	Kiel . . . . .	2	17.16	16.09	18.23	1.04	1.00	1.08
1891	„ . . . . .	11	16.5	15.17	18.55	1.07	0.87	1.52
1892	„ . . . . .	8	17.73	15.62	21.76	1.39	0.93	2.48
1893/4	„ . . . . .	10	16.52	15.69	18.10	1.49	0.94	2.48
1895	„ . . . . .	5	18.25	15.49	20.18	2.36	1.63	2.96
1896	„ . . . . .	1	16.94	—	—	2.46	—	—
	Summa Gesamtmittel	37	—	—	—	—	—	—
			17.18	15.17	21.76	1.63	0.87	2.96

Es liegen noch einige Wasser- und Aschenbestimmungen vor, welche folgende Resultate ergaben:

Jahr	Versuchs-Stationen	Zahl der Analysen	Wasser			Asche		
			Mittel %	Minim. %	Maxim. %	Mittel %	Minim. %	Maxim. %
<b>Palmkernkuchen.</b>								
1893	Königsberg . . .	13	9.50	5.27	12.22	3.79	3.55	4.42
1894	„ . . . . .	24	9.10	6.16	12.21	3.65	2.99	5.34
<b>Palmkuchenmehl.</b>								
1893	Halle . . . . .	78	9.5	7.1	14.4	—	—	—
1894	„ . . . . .	73	9.8	7.7	15.7	—	—	—

Über den Säuregrad (Acidität) des Fettes der Palmkuchen, über die Jodzahl und einige andere Eigenschaften desselben berichten wir im letzten Abschnitt. Angaben über den durchschnittlichen Sandgehalt der Palmkuchen und Mehle wolle man dem nächstfolgenden Abschnitt entnehmen.

Von weiteren chemischen Eigenschaften erwähnen wir hier das Verhalten der Proteinstoffe des Palmkernkuchens gegen verdünntes Alkali und Säure, worüber RICH. WAGNER<sup>1)</sup> einige Mitteilungen gemacht hat.

<sup>1)</sup> Dr. RICH. WAGNER, Versuche zur direkten Bestimmung der Proteinstoffe in Futtermitteln (2. Mitt.), Landw. Vers.-Stat. 25 (1880), S. 196.

Die Versuche lehren, dass man durch wiederholtes Digerieren von gepulvertem Palmkuchen mit sehr verdünnter Kalilösung (1.25 g KOH pro Liter) ungefähr die Hälfte des Stickstoffs bzw. Rohproteins in Lösung überführen kann. Zum Versuch diente ein Palmkuchen, der 2.50% Gesamtstickstoff = 15.62% Rohprotein enthielt. Eine entfettete Probe von ca. 5 g wurde 4 mal nacheinander je einen Tag mit 500 ccm der verdünnten Kalilösung bei Zimmertemperatur behandelt. Der Rückstand enthielt dann noch 1.27% Stickstoff in Proz. der angewandten Substanz. Aus den Extrakten suchte man das Eiweiss durch Tanninfällung nach dem Ansäuern aus der essigsäuren Lösung wieder zu gewinnen. (Näheres loc cit S. 204.) Von dem in Lösung befindlichen Stickstoff wurde nur 1.06% in Proz. der Substanz wieder im Niederschlag erhalten. Es berechnet sich daher der lösliche und unlösliche Proteinstickstoff =  $1.27 + 1.06 = 2.33\%$ , folglich durch Tannin nicht fällbarer Stickstoff =  $2.50 - 2.33 = 0.17\%$ . Diesen Teil des Stickstoffs pflegt man jetzt als Nichtproteinstickstoff (Amidstickstoff etc.) zu bezeichnen. Der Anteil an Nichtprotein in Proz. des Palmkuchens würde hiernach 1.06% und in Proz. des Rohproteins 6.8% betragen haben. Einige weiteren Bestimmungen von Nichtprotein nach einer vereinfachten Tanninmethode wolle man dem letzten Abschnitt dieser Abhandlung entnehmen.

Bei entsprechender Behandlung von entfettetem Palmkuchen mit verdünnter Säurelösung (enthaltend 0.42 g HCl pro Liter) liess sich weniger von dem Rohprotein in Lösung bringen, als durch Kali. Während in letzterem Falle rund 50% Stickstoff ungelöst blieben, enthielt der Rückstand aus entfetteten Palmkuchen nach der Säurebehandlung rund 66% des Gesamtstickstoffs. Näheres l. c.

Beim Erwärmen von Palmkernmehl mit verdünnter Salzsäure werden nach LENZ<sup>1)</sup> bedeutende Mengen von reduzierendem Zucker erhalten. Da diese Bestimmung für das etwaige spätere Studium der im Palmkernkuchen enthaltenen Kohlenhydrate ein Interesse hat, so teilen wir die befolgte Methode in Kürze mit.

3—4 g Substanz werden im Kochkolben mit  $1\frac{1}{4}$  Liter Wasser 3—4 Stunden lang unter öfterem Schütteln stehen ge-

<sup>1)</sup> W. LENZ, Ein Beitrag zur chemischen Untersuchung von Pfefferpulver, FRESSENIUS Ztschr. analyt. Ch. 23 (1884), S. 507/9.

lassen, filtriert und ausgewaschen. Der Filterinhalt wird in den leeren Kolben sofort zurückgespült, im ganzen 200 ccm Wasser und 20 ccm Salzsäure (25%) zugesetzt, eine ca. 1 m lange Kühlröhre mit Kork aufgesetzt, 3 Stunden im lebhaft siedenden Wasserbad unter öfterem Umschwenken erhitzt. Nach dem Erkalten wird in einen Halbliterkolben mit Marke filtriert, mit kaltem Wasser gewaschen, das Filtrat möglichst genau mit Natronlauge neutralisiert und bis zur Marke aufgefüllt. Es wird nun gegen 10 ccm FEHLING'schen Lösung (entsprechend 0.05 Zucker), welche mit 40 ccm Wasser verdünnt ist, titriert. Zur besseren Klärung werden einige Tropfen Chlorzinklösung (aus 5 Tropfen zerflossenem Chlorzink und 20 ccm Wasser) zugesetzt. Als Indikator dient Ferrocyankalium. Der Verfasser erhielt auf diese Weise folgende Resultate mit einigen Modifikationen des Versuchs, welche angemerkt werden:

Reduzierender Zucker:			
	in Prozenten der Probe	in Prozenten der aschefrei berechn. Trockensubstanz	
Palmkernmehl I . . . .	22.7	26.4	nach Extraktion mit Wasser und Alkohol invertiert.
„ „ . . . .	19.1	22.2	nach Extraktion mit Wasser invertiert.
„ „ . . . .	22.7	26.4	direkt invertiert.
Palmkernmehl II . . . . a)	22.4	26.1	„ „
„ „ . . . . b)	22.5	26.2	„ „
„ „ . . . .	19.7	23.0	nach Extraktion mit Wasser invertiert.
Palmkernmehl III . . . .	19.4	22.5	dasselbe.
Ganze, echte Palmkerne .	11.1	12.1	nach Entfettung im SOXH- LET'schen Apparat (Fett = 52.32%) und Extrak- tion mit Wasser inver- tiert.

### c) Mikroskopische Prüfung.

Das sicherste Mittel zur Prüfung und Feststellung der Echtheit und Reinheit von Palmkernkuchen oder -mehl bildet die mikroskopische Untersuchung derselben.

Bei einer solchen wird man im echten Palmkuchen vorfinden: Teile des Endosperms, dann Teile der Samenhaut und der Steinschale.

Von diesen Formbestandteilen am meisten charakteristisch ist das Endosperm, welches oben (S. 13) näher beschrieben und durch die Zeichnungen (Taf. II, Fig. 15, 16, 17) veranschaulicht ist. Der gemahlene Zustand der Proben lässt einen schönen Überblick über die Gewebsanordnung selten zu, doch.

kann man die eigentümliche knotige Verdickung und Porenbildung an den Membranen auch noch an kleineren Bruchstücken deutlich erkennen.

Für die Betrachtung des Endosperms ist eine Vorbehandlung der Probe mit Säure und Alkali nicht zu empfehlen, da hierdurch ein Teil der Membranen angegriffen oder gelöst wird. Es genügt eine Entfernung des Fettes mit etwas Alkohol und Äther. Weniger charakteristisch sind die oben beschriebenen Sklerenchymzellen der Steinschalen oder die braunen Zellen der Samenhaut. Für eine vollständige Beweisführung der Identität darf auf den Nachweis der Übereinstimmung dieser Formelemente nicht verzichtet werden.

Aus der oben (S. 12—13) mitgeteilten Beschreibung derselben und mit Hilfe der zugehörigen Zeichnungen und Angaben wird man den zu befolgenden Weg leicht entnehmen können. Nötigenfalls wird man die angegebene Aufhellung durch eine Vorbehandlung (über diese vergl. S. 11) vornehmen, um zu deutlicheren Bildern zu gelangen.

Eine weitere Beschreibung ist also hier nicht mehr notwendig, da sie nur zu Wiederholungen des bereits Mitgeteilten führen würde.

Charakteristisch für reine Palmkuchen (wie für viele andere Ölkuchen) ist ferner die Thatsache, dass dieselben kein Stärkemehl enthalten. Diese Prüfung ist mit Hilfe der Jodprobe leicht auszuführen. Wir pflegen dazu die durch Abschlämmen mit Wasser getrennten leichteren und feineren Teilchen zu benutzen.

In der That begegnet man selten durch Jod sich bläuenden Stärkekörnchen. Ein sporadisches Auftreten von solchen z. B. von Getreidestärke darf wohl als zufällige Beimischung betrachtet werden. Ein mehr als vereinzelt auftretendes würde je nach dem Grad desselben als Verunreinigung oder Fälschung aufzufassen sein.

Fassen wir die Methoden für den mikroskopischen Nachweis der Echtheit der Palmkernkuchen oder Mehle nochmals kurz zusammen, so sind es die folgenden:

1. Mikroskopische Untersuchung des hellen Endosperms mit der entfetteten nicht weiter vorbehandelten Probe.

2. Nachweis der Übereinstimmung der Steinzellen mit denen der Palmkerne am besten nach Vorbehandlung der Probe (vergl. S. 12).

3. Nachweis der Übereinstimmung der braunen Zellen der Samenhaut wie angegeben.

4. Nachweis der Abwesenheit von Stärkemehl in den abschlämmbaren feinen Teilchen des Palmkernkuchenmehls (Jodprobe).

**Über die in Palmkuchen oder -mehl beobachteten fremden Beimengungen natürlichen Ursprungs, deren Nachweis und Bestimmung. Etwaige Beobachtungen schädlicher Wirkungen und Vorschläge über den noch zulässigen Grad an solchen Verunreinigungen.**

Nach dem vierten Abschnitt dieser Abhandlung (S. 21) bestehen die Verunreinigungen natürlichen Ursprungs der Palmkerne, welche auch in die Kuchen und Mehle übergehen können, namentlich aus Steinschale und aus Sand.

Die Steinschale bildet in gewissem Grade eine unvermeidliche Verunreinigung der Palmkernkuchen und Mehle, so dass wir Bruchstücke derselben, welche schon äusserlich an jedem Palmkuchen hervortreten, auch als mikroskopisches Kennzeichen mitbeschrieben haben.

Diese Verunreinigung rührt daher, dass die Palmkerne nicht absolut schalenfrei geliefert werden und eine besondere fabrikmässige Reinigung von der noch anhaftenden äusseren Schale nicht zu existieren scheint. Die Schale macht daher den fabrikmässigen Zerkleinerungsprozess durch und bleibt schliesslich ein Bestandteil der betreffenden Palmkernrückstände, Kuchen, Mehle, Schrote.

Wenn ein gewisser Anteil an Steinschale in den Palmkuchen oder Mehlen als normal und zulässig bezeichnet werden darf, so würde doch ein gewisse Grenzen überschreitender Gehalt an solcher schon wegen des geringen Gehalts und der Schwerverdaulichkeit der Nährstoffe, welche angenommen werden darf, zu beanstanden sein. Eine Begutachtung in dieser Richtung ist jedoch dadurch erschwert, dass eine sichere Methode zur Ermittlung des Gehaltes an Steinschale vorläufig noch nicht bekannt, und weil andererseits eine Grenze für den zulässigen Gehalt an

solchen sich noch nicht hat ziehen lassen. Die eine Schwierigkeit bedingt die andere, denn die Normierung einer Grenze des zulässigen Gehalts setzt eine brauchbare Bestimmungsmethode voraus. Auffallend starke Gehalte an Steinschale würde man wohl durch die makroskopische und mikroskopische Untersuchung nachweisen können. Sie würde auch eine Bestätigung finden in der durch den Schalengehalt bewirkten Herabsetzung des Protein- und Fettgehaltes unter gleichzeitiger Erhöhung des Gehaltes an Rohfaser. Es wird also mit Hilfe der Gesamtanalyse, verbunden mit der mikroskopischen Untersuchung, ein etwaiger stärkerer Gehalt an Steinschale nachgewiesen werden können. Schwierigkeiten bereiten dagegen die Fälle von stärkerem Schalengehalt, welche sich äusserlich, etwa infolge der feinen Mahlung, noch nicht auffallend bemerkbar machen. Die Überwindung dieser Schwierigkeit würde vor allem eine Methode zur Bestimmung des Steinschalengehaltes erfordern. Vielleicht wird sich eine solche gründen lassen auf das höhere spezifische Gewicht der Steinschale im Verhältnis zu dem des Endosperms. Wenn man eine Prüfung auf Sand mit Hilfe der vom Verf. (S. diese Ztschr. Bd. 43, S. 358) empfohlenen Methode, d. h. mit gesättigter Lösung von Zinkvitriol vornimmt, so sieht man die schweren dunkeln Teilchen der Steinschale an der Grenzzone tiefer sinken, als das Endosperm. Es entsteht ein schwarzer Ring, der um so breiter ist, ceteris paribus, je mehr Schale vorhanden. Vielleicht kann darauf eine Vorprüfung zur Ermittlung ungewöhnlich hoher Schalengehalte gegründet werden.

Eine gewisse Grundlage für die Grösse des noch zulässigen Steinschalengehaltes ergibt sich rechnerisch aus der Angabe von NÖRDLINGER (vgl. S. 21), dass der Schalengehalt der importierten Palmkerne durchschnittlich 6% beträgt. Wie wir früher erfahren haben, muss der Käufer nach damals bestehendem Handelsbrauch einen Schalengehalt bis zu 5% ohne Entschädigung in Kauf nehmen. Ist der Schalengehalt ein höherer als 5%, so wird der Käufer für den Mehrgehalt entsprechend entschädigt.

Ogleich ein etwaiger Mehrgehalt an Schalen das Gewicht der Rückstände erhöht, so werden die Schalen, wie uns Fabriken versichern, doch lästig und störend bei der Fabrikation empfunden. Eine gewisse Bestätigung dafür bildet die Mitteilung von NÖRD-



LINGER (vgl. S. 21), nach welcher die Schalen durch Aufsaugung von Fett störend auf die Ölausbeute wirken. Die von uns mehrfach genannte Firma bemerkt ferner: Es geschehe alles, den Schalen-gehalt herabzumindern. Importeure und Fabrikanten hätten das höchste Interesse daran, reine Kerne zu erhalten, und man habe darin wesentliche Fortschritte gegen früher erzielt. Der Schalen-gehalt habe für Importeure sowohl, als für Fabrikanten, einen bedeutenden Verlust zur Folge, denn der sehr geringe Wert der Rückstände decke bei weitem nicht die Unkosten des Transportes und der Fabrikation „indem eine Hauptschwierigkeit, die passende Zerkleinerung des Rohmaterials, um so mehr vergrößert wird, je mehr steinharte Schalen sich in den Kernen befinden.“ Dass ein Schalen-gehalt für die landwirtschaftliche Praxis unschädlich sei, werde namentlich dadurch bewiesen, dass der Schalen-gehalt früher bei manchen Provenienzen doppelt so hoch war, als heute, und die Futterwirkung doch eine sehr günstige war.

Verf. kann hierzu bemerken, dass ihm ein Fall von schädlicher Wirkung von Palmkernschale aus der Erfahrung oder der Literatur nicht bekannt geworden ist. Eine gewisse Menge fein gemahlener Schalen kann also wahrscheinlich von den Tieren vertragen werden. In gröberer Form dargereichte Palmkernschalen könnten unseres Erachtens für manche Tiergattungen und junge, zarte, empfindliche Tiere gefährlich werden. Spezielle Fälle derart sind uns aber nicht bekannt.

Gehen wir nun von der Annahme aus, dass nach bestehendem Handelsbrauch der Fabrikant selbst noch einen Schalen-gehalt bis zu 5% der Kerne unvergütet in Kauf nehmen muss, so lässt sich der Schalen-gehalt der Palmkernkuchen für diese Grenzzahl des Rohmaterials annähernd berechnen. Durch die Entziehung von Fett wird der Schalen-gehalt der Rückstände erhöht.

Wenn 100 Kilo Kerne 5 Kilo Schalen und 48.8 Kilo Öl enthalten, so ergibt sich durch Rechnung, wieviel Kilo Fett entzogen werden müssen, um einen Palmkernrückstand bezw. Kuchen von dem durchschnittlichen Fettgehalt von 8.6% zu erzielen. Bezeichnen wir diese Fettmenge durch  $x$ , so ergibt sich der Wert von  $x$  aus der Gleichung:

$$\frac{100(48.8 - x)}{100 - x} = 8.6,$$

folglich  $x = 43.97$  oder rund 44. Der Schalengehalt der Rückstände würde also nach der Pressung betragen:

$$\frac{5}{100 - 44} \times 100 = \text{rund } 9\%$$

wobei allerdings auf etwaige Veränderungen des Wassergehalts beim Pressen vorläufig keine Rücksicht genommen ist. Hieraus ergibt sich vorläufig nur so viel, dass ein Schalengehalt von ca. 9—10%, wenn er sich auf irgend eine Art sicher ermitteln liesse, nicht beanstandet werden könnte.

Eine Verunreinigung, die wir bis zu einem gewissen Grade ebenfalls als eine natürliche betrachten dürfen, bildet der Sand. Bevor wir die Frage erörtern, welche Sandmenge etwa noch als eine zulässige bezeichnet werden dürfte, prüfen wir die Ergebnisse, zu welchen bisherige Sandbestimmungen in Palmkuchen oder -Mehlen geführt haben.

Eine grössere Reihe von Sandbestimmungen in verschiedenen Handelsfuttermitteln und so auch in Palmkernkuchen ist ausgeführt worden von B. SCHULZE-Breslau.<sup>1)</sup>

Dieselben führten zu folgendem Ergebnis:

Zahl der untersuchten Proben	27,				
geringster Sandgehalt	0, höchster 2.33 %,				
Sandgehalt	unter 0.5 %	0.5—1 %	1—1.5 %	1.5—2 %	über 2 %
Zahl der Fälle	13	9	4	—	1
in % aller Fälle	48	33	15	—	4

B. SCHULZE schliesst daraus (l. cit. S. 370): „Von den untersuchten Palmkernkuchen enthalten 81 % unter 1 % Sand, so dass ein Sandgehalt bis zu dieser Höhe als ein normaler anzusehen ist.“

Der Ref. hat in einem Bericht über den Sandgehalt der käuflichen Futtermittel<sup>2)</sup> das Gesamtergebnis für Palmkuchen und -mehl auf Grund der Erhebungen bei einer Reihe von Deutschen Versuchs-Stationen in Kürze folgendermassen zusammengestellt:

<sup>1)</sup> Prof. Dr. B. SCHULZE-Breslau, Studien über den Sandgehalt der Handelsfuttermittel. Landw. Versuchs-Stationen XLVII (1896), S. 361—375.

<sup>2)</sup> Verhandl. d. IX. Hauptversammlung des Verbandes der landw. Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche. Landw. Versuchs-Stationen Bd. XLIX (1897), S. 31.

**Palmkernkuchen**  
(ohne Anmerkung bez. der Qualität).

	In ‰ aller Fälle	Zahl der Fälle	Sand und Kieselsäure		
			Minim.	Mittel	Maxim.
Gesamtmittel . . . . .	—	11	0.68	1.20	1.94
Davon mit Sand 0—1 ‰	45	5	0.68	0.85	0.98
„ „ „ 1—2 ‰	55	6	1.04	1.49	1.94.

**Palmkuchenmehl.**

Gesamtmittel . . . . .	—	5	0.64	1.05	1.50.
------------------------	---	---	------	------	-------

Wir haben die Bezeichnung Palmkernmehl hier in Palmkuchenmehl umgeändert, da der Fettgehalt in den 5 Fällen 7.5—10.1, im Mittel 8.84 ‰ betrug.

Aus den uns ferner vorliegenden Jahresberichten einzelner Stationen unter Mitbenutzung der obigen Daten und ohne Unterscheidung von Palmkuchen und -Mehlen haben wir schliesslich noch folgende Übersicht der mittleren, der Minimal- und Maximalgehalte an Sand abgeleitet:

**Palmkuchen und Palmkuchenmehl.**

Versuchs-Stationen	Jahr	Zahl der Fälle	Sand und Kieselsäure		
			Mittel ‰	Minim. ‰	Maxim. ‰
Breslau . . . . .	1894/95	27	—	0	2.33
„ . . . . .	1896	—	—	0	1.73
Dahme . . . . .	1894	1	0.45	—	—
Danzig . . . . .	1892	3	1.17	0.63	1.71
Halle . . . . .	1896	2	0.82	0.64	1.00
Marburg . . . . .	1895/96	17	0.80	0.30	1.30
Möckern . . . . .	1896	1	1.10	—	—
Pommritz . . . . .	1889/94	19	0.37	0	1.03
Kiel . . . . .	seit 1894	12	1.22	0	1.94
Gesamtmittel			0.85	0	2.33.

Hier ist unter „Gesamtmittel“ das Mittel aller Mittelzahlen zu verstehen.

Werden die Einzelresultate, soweit sie uns vorlagen, in ähnlicher Weise gruppiert, wie es von B. SCHULZE (s. o.) geschehen ist, so gelangen wir zu der folgenden Übersicht:

## Palmkernkuchen und -mehle.

Versuchs-Stationen	Jahr	Sandgehalt, Zahl der Fälle				
		unter 0.5 %	0.5—1 %	1—1.5 %	1.5—2 %	über 2 %
Breslau . .	1894/95	13	9	4	—	1
Dahme . . .	1894	1	—	—	—	—
Danzig . . .	1892	—	1	1	1	—
Halle . . . .	1896	—	2	—	—	—
Mückern . . .	1896	—	—	1	—	—
Pommritz . .	1889/94	11	7	1	—	—
Kiel . . . .	1895/96	—	5	4	3	—
	Summa	25	24	11	4	1
	In % aller 65 Fälle	38.5	36.9	16.9	6.2	1.5.

In der Hauptsache nähert sich dieses Ergebnis wieder dem von B. SCHULZE abgeleiteten. Nach dessen Aufstellung, welche nur 13 Fälle umfasste, lag der Sandgehalt bei 81 % aller Fälle unter 1 %, nach der obigen, 65 Fälle umfassenden Übersicht bei rund 75 % aller Fälle unter 1 %. Hiernach schliessen wir uns dem Ausspruch von B. SCHULZE an, dass ein Sandgehalt bis zu der Höhe von 1 % noch als ein normaler angesehen werde darf.

Um zu einer besser zutreffenden Grenzzahl zu gelangen, bedarf es eines umfangreicheren Materials an Sandbestimmungen, und es mögen bis dahin die obigen Ableitungen einen gewissen Anhaltspunkt für die Beurteilung der Qualität geben, sofern neben anderen Eigenschaften auch der Sandgehalt hierbei zu Rate gezogen wird.

Fälle, wo ein Sandgehalt der Palmkernkuchen oder -mehle schädlich wirkte, sind uns nicht bekannt geworden. Wenn auch eine solche Gefahr selbst bei höherem Sandgehalt, z. B. von 2—3 %, noch nicht als wahrscheinlich bezeichnet werden kann so bildet doch die Ermittlung des Sandgehaltes ein brauchbares Moment für die Beurteilung der Qualität, gewissermassen als ein Indikator für die Reinheit des Rohmaterials oder auch der auf die Reinigung desselben verwendeten Sorgfalt. Ein höherer, die Norm wesentlich überschreitender Sandgehalt deutet an, dass die eine oder die andere zu wünschen übrig liess.

In zweiter Linie bewirkt der Sand eine Gehaltsverminderung, und wenn es sich auch nur um geringere Grade von solcher handelt, z. B. um 0.5 %, so ist dieselbe doch nicht zu billigen, wenn sie sich durch sorgfältigere Reinigung des Rohmaterials in der Fabrik hätte vermeiden lassen.

### Bisher beobachtete Fälschungen des Palmkuchens oder -schrotes.

Fälschungen der genannten Materialien sind glücklicherweise bisher nur sehr selten vorgekommen, und wir können näher nur über eine solche berichten, welche seiner Zeit viel Aufsehen erregt hat.

Etwa im Jahre 1884 wurde der Versuch gemacht, Abfälle der sog. Steinnuss als Palmkernschrot oder unter anderen verlockenden Bezeichnungen, wie „geraspeltes und gesalzenes Palmmehl“ in den Handel zu bringen. Dasselbe bestand aus den Drehspänen von der Verarbeitung der Steinnüsse zu Knöpfen und andern Drechslerarbeiten. Wenn auch die Steinnüsse von einer Palmenart (*Phytelephas macrocarpa*) abstammen, so dürfen solche Drehspäne doch nicht als Palmmehl oder Schrot bezeichnet werden, da man darunter hergebrachtermassen die Rückstände der Kerne der Ölpalme versteht. Es lag also ein Versuch vor, die Käufer zu täuschen und die Drehspäne einer Knopffabrik zum Nachteil des Käufers als Futtermittel zu verwerten. Dieser Versuch hat aber bald die gebührende Zurückweisung gefunden. Nähere Berichte über dieses Vorkommnis liegen vor von KOBUS,<sup>1)</sup> H. GILBERT<sup>2)</sup> und von dem agrikulturchemischen Laboratorium in Kiel.<sup>3)</sup> Dem über Hamburg eingeführten Material war Kochsalz zugesetzt worden (wechselnde Mengen 4% und 11.5%), wahrscheinlich, um die Tiere zur Aufnahme des Futters anzuregen. Da im übrigen nur die Bestandteile der Steinnuss vorhanden waren, so erklärte sich die Übereinstimmung der Zusammensetzung mit derjenigen der Steinnuss. Das von GILBERT untersuchte sog. Palmkernmehl enthielt 4.19% Protein und 1.05% Fett; gleichzeitig zur Kontrolle analysierte Steinnuss-Drehspäne 4.81% Protein und 1.02% Fett.

Der niedere Protein- und Fettgehalt der Steinnüsse ist inzwischen durch zahlreiche Analysen von LOGES<sup>4)</sup> noch weiter

<sup>1)</sup> J. D. KOBUS, Kraftfutter und seine Verfälschung. Landw. Jahrbücher 13. Band (1884), S. 837.

<sup>2)</sup> Dr. H. GILBERT, Chem. Ztg. 1884, No. 27; BIEDERMANN'S Centralbl. 13 (1884), S. 414.

<sup>3)</sup> Über das sog. geraspelte und gesalzene Palmmehl; Landw. Wochenbl. f. d. Provinz Schleswig-Holstein 1884, No. 44. Ebendasselbst eine Orig.-Mitt. von GILBERT, No. 19. Nach Privatmitteilung wurden ganz ähnliche Fälschungen auch von der Versuchs-Station Möckern nachgewiesen.

<sup>4)</sup> Dr. G. LOGES, Steinnussabfälle als Futtermittel; Landw. Wochenbl. f. Schleswig-Holstein 1886, No. 16, 22, 24.

bestätigt worden, wie folgende Zusammenstellung von 9 Steinnussanalysen lehrt (l. cit. No. 22, S. 54). No. 1 aus einer Kieler Drechslerwerkstatt, No. 2—9 eine Kollektion der im Importhande Hamburgs gangbarsten Steinnüsse. Zur Analyse wurden die ganzen Nüsse zerkleinert.

	Protein	Fett	Asche	Wasser
	%	%	%	%
1. — . . . . .	4.55	0.94	1.44	11.80
2. Guajaquil-Nuss . . . . .	4.47	0.98	0.96	18.22
3. Tumaca-Nuss . . . . .	4.88	0.94	0.96	17.02
4. Esmeralda-Nuss . . . . .	3.74	0.80	1.00	23.44
5. Savanilla-Nuss . . . . .	4.07	0.76	1.04	21.66
6. Carthagena-Nuss . . . . .	3.58	0.70	0.80	24.80
7. Panama-Nuss . . . . .	2.85	1.06	0.88	19.80
8. Tahiti-Nuss . . . . .	5.86	0.66	2.24	12.34
9. Coquillos-Nuss . . . . .	2.76	0.40	0.96	9.14.

Die beiden letzten Muster stammen nicht von *Phytelephas macrocarpa*, sondern sind Früchte anderer Palmarten, welche wegen ihrer besonderen Härte auch zur Knopffabrikation verwandt werden.

Wir teilen noch die folgende vollständige Analyse von zerkleinerten ganzen Steinnüssen, ausgeführt von Dr. G. LOGES (loc. c., No. 16) mit:

Wasser . . . . .	9.35 %	
Rohprotein . . . . .	5.09 "	
Fett . . . . .	1.67 "	
Stärke . . . . .	0.00 "	
Glycose (Zucker) . . . . .	1.60 "	} Kohlenhydrate.
Pektinstoffe (Pflanzenschleim) . . . . .	2.48 "	
Dextrin . . . . .	2.42 "	
Rohfaser und Cellulose . . . . .	75.65 "	
Asche . . . . .	1.24 "	

Summa: 100.00 %.

Der mikroskopische Nachweis der Steinnüsse ist ebenso einfach, als sicher. Es mag genügen, auf die eingehende, durch Figuren unterstützte Beschreibung von MÖLLER<sup>1)</sup> hinzuweisen.

Von fremden Beimengungen wurden zuweilen Lein, Raps, Senf, Unkrautsamen, Kornrade, Erdnussmehl, Kokosnussmehl beobachtet, in seltenen Fällen als grobe Fälschung.

<sup>1)</sup> Dr. JOSEPH MÖLLER, *Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel* (Berlin 1886 bei JUL. SPRINGER), S. 299.

**Beobachtungen über die fortschreitenden Veränderungen, Zersetzungen, Säurebildung der Palmkernkuchen und -mehle. Aciditäten und Jodzahlen u. s. w. Etwaige Neigung zur Schimmelbildung.**

Über die Veränderungen, welche die Palmkuchen oder -mehle während der Lagerung unter verschiedenen Verhältnissen erleiden, lagen bisher nur wenige Beobachtungen vor. Wir glaubten daher, soweit es uns möglich war, diese Lücke durch einige Untersuchungen selbst ausfüllen zu sollen, über welche wir unten berichten. Da unsere Untersuchungen sich besonders erstreckten auf die Veränderungen der Aciditäten oder Säurezahlen, Verseifungszahlen, Jodzahlen, so schicken wir voraus Zusammenstellungen über bisherige Ermittlungen derselben Faktoren, die wir der Literatur, den Berichten der Versuchsstationen oder unseren eigenen Journalen entnehmen.

**a) Aciditäten, Säurezahlen von Palmkernkuchen oder -mehlen.**

Über die Acidität von Palmöl und Palmkernöl haben wir die bisher bekannt gewordenen Zahlen bereits oben (S. 17—20) angeführt. Wir beschränken uns daher im folgenden auf Mitteilungen der Aciditäten von im Handel vorkommenden Proben von Palmkernkuchen oder -mehlen.

NÖRDLINGER<sup>1)</sup> beobachtete folgende Daten:

	Fett %	Freie Säure ber. als Ölsäure %	Acidität des Fettes %
Ganze Palmkerne (mit durchschnittlich 6% Schalen)	49.16	4.19	8.53
Palmkernkuchen.			
Mittel aus 28 Sorten . . .	10.39	1.47	14.28
Minimum . . . . .	8.00	0.62	6.28
Maximum . . . . .	14.70	3.16	26.21.

Dem Bericht der Versuchs-Station Rostock<sup>2)</sup> entnehmen wir folgende Aciditätszahlen, welche wir auf 100 g Fett umgerechnet haben:

<sup>1)</sup> HUGO NÖRDLINGER, FRESSENIUS Ztschr. 29 (1890), S. 6.

<sup>2)</sup> Professor Dr. R. HEINRICH, Zweiter Bericht über die Verhältnisse und Wirksamkeit der landw. Versuchs-Station Rostock (Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin, 1894), S. 310.

Jahr	Acidität der Palmkernkuchen:			Acidität der Palmkernmehle:		
	Zahl der Unter- suchungen	Mittel %	Schwankungen %	Zahl der Unter- suchungen	Mittel %	Schwankungen %
1888	2	25.7	21—30.3	—	—	—
1889	12	20.3	10.4—29.8	4	20	1.4—26.4
1890	12	20.2	9.6—56.4	2	17.3	12.6—22.0
1891	17	18.0	11.8—49.6	6	19.4	0.3—36.1
1892	15	18.1	4—39.6	9	15.2	2.8—36.0

Dem bekannten Werk von DIETRICH und KÖNIG<sup>1)</sup> entnehmen wir folgende Daten:

Aciditäten:

	Palmkernkuchen:			Palmkernmehl:			Palmkernschrot:		
	Anzahl der unt. Proben	Mittel %	Schwankungen %	Anzahl der unt. Proben	Mittel %	Schwankungen %	Anzahl der unt. Proben	Mittel %	Schwankungen %
a) Frische un- verdorbenes Futtermittel	38	15.74	6.29—26.21	1	8.29	—	—	—	—
b) Futtermittel, wie sie zur Verwendung gelangen . .	15	17.27	10.43—29.75	—	—	—	5	20.02	14.24—26.38
c) Verdorbene oder zweifel- hafte Futter- mittel . . .	7	55.02	17.62—101.64	—	—	—	—	—	—

Aus einer Privatmitteilung der Versuchs-Station Pomm-ritz berechnen wir folgende Mittelzahlen etc.

Jahre	Acidität:				
	Zahl der Proben	Fettgehalt %	Ölsäure %	Acidität %	
1891—93	Mittel . .	8	8.6	1.72	20.0
	Minimum .	—	—	0.55	3.1
	Maximum .	—	—	5.5	63.7.

<sup>1)</sup> Dr. TH. DIETRICH und Dr. J. KÖNIG, Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel (Berlin, JUL. SPRINGER), Bd. II, 1891, S. 1382.



H. FRESSENIUS<sup>1)</sup> teilte folgende Bestimmungen mit:

Palmkuchen.			
Fett	Ölsäure	Acidität	Vorbereitung
%	%	%	der Probe
11.60	2.62	22.58	ungetrocknet
10.32	1.81	17.54	3 Stunden b. 100°
10.41	1.09	10.47	ungetrocknet.

Aus dem Bericht der landw. Versuchs-Station Dahme pro 1893:<sup>2)</sup>

Palmkuchen und -mehl (2 Proben).

Jahr	Ölsäure
1893	%
Mittel . . . . .	2.10
Minimum . . . . .	1.85
Maximum . . . . .	2.30.

Aus dem Bericht der landw. Versuchs-Station Königsberg pro 1896:

Ölsäuregehalt der Palmkernkuchen.	
Zahl der Proben	Ölsäure
22	%
Mittel . . . . .	3.09
Minimum . . . . .	0.62
Maximum . . . . .	7.74.

Stellt man alle Mittelzahlen zusammen, so gelangt man für Palmkuchen zu einer mittleren Acidität — ohne Rücksicht auf die Qualität — von rund 22 % mit Schwankungen von 4—100 %.

Nach unseren eigenen Untersuchungen erscheint diese Mittelzahl wohl etwas zu niedrig. Wir machen darüber im folgenden nähere Mitteilungen.

b) Ermittlungen über die Acidität oder Säurezahl von Palmkuchen, -mehl und -schrot auf der Versuchs-Station Kiel.

Wir verzichten auf Anführung der Einzelresultate, sondern führen nur die Hauptergebnisse an. Um zu weiteren Schlüssen zu gelangen, wurde eine Gruppenteilung vorgenommen auf Grund der über die Qualität sonst noch vorliegenden Angaben unserer Journale.

<sup>1)</sup> H. FRESSENIUS, Landw. Versuchs-Stationen 38 (1891), S. 296.

<sup>2)</sup> VON RÜMKEB, Versuchs-Stationen Preussens im Jahre 1894 (Berlin 1896), S. 330.

Da viele Proben Palmkuchen und -mehle einen nicht unangenehmen Geruch zeigen, den man als „obstartig“ bezeichnen kann, etwas erinnernd an höhere Fettalkohole wie Octylalkohol, oder auch an die Ester von Fettsäuren, so haben wir die mit solchem Geruch behafteten Proben in einer Gruppe zusammengefasst.

Andern Proben fehlte dieser Geruch, sie rochen schwach und dabei mehr oder weniger ranzig. Endlich wurden die Proben zusammengestellt, deren Acidität zwar ermittelt ist über welche aber nähere Notizen nicht vorliegen.

Wir lassen die Hauptergebnisse in tabellarischer Übersicht folgen.

**Analysenergebnisse der Versuchs-Station Kiel (1891—97).**

Mittelzahlen, Minimum, Maximum	Zahl der Proben	Protein %	Fett %	Ölsäure %	Acidität %	Säure- zahl in mg KOH pr. 1g Fett
<b>A. Palmkernkuchen:</b>						
1. Als normal, gut, nicht ranzig bezeichnet . . . . .	13	17.23	7.49	2.23	31.2	60.5
Minimum	—	15.92	5.44	1.15	14.1	28.0
Maximum	—	18.66	10.50	3.90	56.3	112.0
2. Als normal, aber schwach ranzig von Geruch oder Ge- schmack bezeichnet . . . . .	9	17.07	7.69	3.01	41.3	82.2
Minimum	—	16.56	5.76	1.18	14.6	29.1
Maximum	—	17.44	9.66	4.51	70.0	139.3
3. Geruch obstartig . . . . .	10	17.00	8.13	2.82	37.5	74.5
Minimum	—	14.73	4.99	1.14	15.5	30.8
Maximum	—	18.73	10.10	6.35	68.0	135.0
4. Ohne Bemerkung über Qualität	21	17.12	8.02	1.98	26.3	52.3
Minimum	—	15.86	5.66	0.95	13.1	26.0
Maximum	—	18.55	14.63	3.46	55.2	109.8
Gesamtmittel bez. Palmkern- kuchen . . . . .	53	17.12	7.85	2.36	32.0	63.4
Minimum	—	14.73	4.99	0.95	13.1	26.0
Maximum	—	18.73	14.63	6.35	70.0	139.3

Mittelzahlen, Minimum, Maximum	Zahl der Proben	Protein %	Fett %	Ölsäure %	Acidität %	Säure- zahl in mg KOH pr. 1g Fett
-----------------------------------	-----------------------	--------------	-----------	--------------	---------------	--

## B. Palmkuchenmehl:

1. Als normal oder schwach ranzig bezeichnet	7	—	8.96	3.02	30.5	60.7
Minimum	—	—	6.48	0.80	8.9	17.7
Maximum	—	—	13.42	7.73	73.6	146.4
2. Geruch obstartig	8	16.32	8.07	4.82	61.5	122.3
Minimum	—	14.73	6.02	1.86	20.3	40.4
Maximum	—	18.51	10.14	7.05	86.6	172.3
3. Ohne Bemerkung über Qua- lität	8	16.80	7.64	3.55	51.3	102.3
Minimum	—	12.93	4.39	1.30	15.1	30.0
Maximum	—	19.51	11.83	5.83	79.1	157.4
Gesamtmittel bez. Palmkuchen- mehl	23	16.49	8.19	3.83	48.5	96.6
Minimum	—	12.93	4.39	0.80	8.9	17.7
Maximum	—	19.51	13.42	7.73	86.6	172.3

## C. Palmkernschrot:

Mittel	7	16.84	1.67	0.45	28.9	57.5
Minimum	—	13.89	0.81	0.23	20.6	41.0
Maximum	—	18.91	2.96	0.72	42.0	83.6

Hieraus lassen sich einige Schlüsse ziehen, nämlich die folgenden:

Die Acidität des Palmkuchenmehls ist im ganzen Durchschnitt höher, als die der Palmkuchen. Die als schwach ranzig bezeichneten Palmkuchen zeigten etwas höhere Acidität, als diejenigen, bei welchen Ranzigkeit nicht bemerkt war. Palmmehle mit obstartigem Geruch zeigten durchschnittlich viel höhere Acidität, als jene, welche diesen Geruch nicht hatten. In der Gruppe der Palmkernkuchen verhielten sich jene mit dem obstartigen Geruch ungefähr wie die schwach ranzigen. Die besseren Sorten von Palmkuchenmehl sind bezüglich der Acidität jenen der Palmkuchen ähnlich. Ebenso zeigen Palmkernschrote mit wenig Fett ungefähr dieselbe Acidität, wie guter Palmkuchen.

Es war nun zu untersuchen, ob die Grösse der Acidität noch zu irgend einem der ermittelten Faktoren in eine Beziehung gebracht werden kann. Wir vermuteten, dass eine Beziehung zum prozentischen Fettgehalt existieren möchte, und haben daher diesen Punkt weiter verfolgt.

Es geschah dies durch eine neue Gruppierung des Materials nach der Höhe des Fettgehalts. Dabei wurde keine Rücksicht mehr auf die Qualität genommen, da weitere Unterabteilungen das Material zu sehr zersplittert hätten. Auch hier beschränken wir uns auf die Mitteilung des Hauptergebnisses.

### Beziehungen zwischen Fettgehalt und Acidität.

#### A. Palmkernkuchen.

Gruppe	Fettgehalt	Zahl der Fälle	Durchschn. Gehalt	Durchschn. der
	%		an Ölsäure	Acidität
			%	%
1	14—10	4	2.15	18.75
2	10—9	9	2.25	23.9
3	9—8	9	2.09	25.0
4	8—7	12	2.27	30.5
5	7—6	11	2.57	39.1
6	6—5	7	2.83	50.7.

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass mit Abnahme des Fettgehaltes die durchschnittliche Acidität steigt. Es rührt dies daher, dass mit der Abnahme des Fettgehaltes nicht auch die durchschnittliche Säuremenge abnimmt. Dieselbe hält sich (im Mittel) konstant und zeigt bei niedrigerem Fettgehalt sogar eine deutliche Steigerung. Man muss daher bei der Division durch die abnehmenden Fettgehalte um so mehr zu immer höheren Aciditäten gelangen. Wenn sich bei der Betrachtung der Durchschnittswerte auch eine gewisse Beständigkeit der Ölsäureprocente herausstellt, so schwanken dieselben in den Einzelfällen dennoch erheblich, wie man auch aus den Minimal- und Maximalzahlen der Haupttabelle entnimmt.

Ein ähnliches Verhalten der Säuregrade mit Bezug auf den Fettgehalt hat bereits REITMAIR<sup>1)</sup> bei Erdnusskuchen beobachtet, und wir citieren im folgenden die betr. Stelle seiner Abhandlung, da sich dort auch einige Vermutungen über die Ursache der Erscheinung ausgesprochen finden. (loc. cit. S. 384.)

<sup>1)</sup> OTTO REITMAIR, Über die Veränderlichkeit einiger Futtermittelfette. Landw. Versuchs-Stat. 38 (1891), S. 373.

„Es ist auffallend, dass gerade die säurereichsten Kuchen durchweg einen sehr niedrigen Fettgehalt haben, und es lässt diese Thatsache die Vermutung zu, dass diejenigen Kuchen, welche recht trocken gepresst werden, also wahrscheinlich wiederholt heisse Pressung erfahren (behufs ergiebiger Fettgewinnung), den besten Nährboden abgeben für die Entwicklung fettspaltender Fermente, einerseits durch gründlichere Auflockerung des Zellgewebes, andererseits durch die Entfernung einer grösseren Menge von Fett. Ausserdem haben heiss gepresste und fettärmere Kuchen vielleicht die Fähigkeit, mehr Luftfeuchtigkeit aufzunehmen.“

Weitere Daten und zahlenmässige Nachweise sind der citierten Abhandlung zu entnehmen.

Es war von Interesse, die oben bestätigte Gesetzmässigkeit auch bei Palmkuchenmehlen zu prüfen. Hier trat sie jedoch viel weniger deutlich entgegen, sie konnte aber immer noch zum Ausdruck gebracht werden durch die folgende Beschränkung des vorliegenden Materials auf zwei grosse Gruppen:

### Beziehung zwischen Fettgehalt und Acidität.

#### B. Palmkuchenmehle.

Gruppe	Fettgehalt %	Zahl der Fälle	Durchschn. Gehalt an Ölsäure %	Durchschnittl. Acidität %
1	10—8	13	3.67	37.9
2	8—6	9	4.18	62.3.

Man sollte erwarten, dass die Palmkernschrote infolge ihres geringen Fettgehaltes eine relativ höhere Acidität zeigen. Dies ist aber durchschnittlich nicht der Fall, und es folgt daraus, dass sie der beobachteten Gesetzmässigkeit nicht folgen. Es erklärt sich dies durch die gänzlich verschiedene Herstellungsart der Palmkernschrote im Vergleich mit jener der Palmkuchen oder -mehle. Die starke Entfettung ist die Folge der Extraktion mit ätherischen Lösungsmitteln, und es ist wohl möglich, dass die Einwirkung dieser Flüssigkeiten und ihrer Dämpfe, wie auch das darauf folgende starke Darren, konservierend wirkt und den Einfluss der Fett spaltenden und Säure bildenden Fermente einschränkt.

In einigen Fällen wurde von uns auch die Menge der freien flüchtigen Fettsäure, berechnet als Buttersäure, bestimmt, nach der von uns früher mitgeteilten Methode.<sup>1)</sup>

Obgleich wir die erzielten Resultate a. a. O. bereits grösstenteils mitgeteilt haben, stellen wir dieselben, soweit auf Palmkernrückstände bezüglich, im folgenden nochmals mit allen vorliegenden Angaben zusammen.

J.-No.	Jahr	Protein %	Fett %	Ölsäure %	Acidität %	Säurezahl in mg KOH pro 1 g Fett %	Freie flüchtige Fettsäure berechnet als Buttersäure %	Geruch der Probe
<b>Palmkuchen:</b>								
3386	1895	—	8.06	1.18	14.6	29.1	0.026	schwach ranzig.
3410	"	17.44	6.45	4.51	70.0	139.3	0.088	"
3411	"	16.78	9.66	2.14	22.1	44.0	0.055	"
3312	1896	—	7.32	4.09	55.8	111.0	0.074	"
2851	1895	18.73	7.06	3.28	46.4	92.3	0.107	obstartig.
3069	"	17.79	7.42	3.26	43.9	87.4	0.084	"
3643	1896	15.67	10.10	—	—	—	0.021	"
<b>Palmkuchennmehl:</b>								
3298	1895	16.86	10.50	7.73	73.8	146.4	0.103	schwach ranzig.
3331	"	18.14	10.14	7.05	69.5	138.3	0.087	obstartig.
1254	1896	16.98	6.40	4.42	69.1	137.5	0.090	—
2274	"	19.51	7.60	5.83	76.1	152.6	0.088	—
<b>Palmkernschrot:</b>								
2756	1895	18.91	2.96	0.61	20.6	41.0	0.110	—
3107	"	18.11	2.88	0.72	25.0	49.7	0.016	—

Fassen wir das Ergebnis kurz zusammen:

	Zahl der Fälle	Fett Mittel %	Ölsäure Mittel %	Acidität Mittel %	Freie flüchtige Fettsäure berechnet als Buttersäure Mittel %
Palmkuchen . .	7	8.01	3.08	42.1	0.058
		mit Schwankungen von			0.021—0.107
Palmkuchennmehl	4	8.66	6.26	72.1	0.092
		mit Schwankungen von			0.087—0.103

<sup>1)</sup> A. EMERLING, Landw. Versuchs-Stat. Bd. XLIX, S. 51.

Bei Palmkernschrot (s. o.) genügt die Zahl der Bestimmungen nicht zur Ableitung einer Mittelzahl.

Bestimmungen von Jodzahlen sind, wie uns scheint, bisher mit den Fettextrakten der gewöhnlichen Handelsware von Palmkernkuchen oder -mehlen nicht ausgeführt. Die hierüber vorliegenden Daten beziehen sich auf die Palmkernöle des Handels. Wir verweisen in dieser Beziehung auf unsere Beschreibung des Palmkernöls (S. 20) und führen nur an, dass die dort mitgeteilten Daten sich zwischen 12.07—14.9% Jod bewegen.

Auch die Verseifungszahlen (mg KOH pro 1 g Fett) sind fast nur mit dem Palmkernöl und Palmöl bestimmt worden. Näheres darüber haben wir oben mitgeteilt (S. 18—20) und wir wiederholen nur, dass die angeführten wenigen Daten über die Verseifungszahlen von Palmkernöl zwischen 246—250 mg KOH liegen. STELLWAG<sup>1)</sup> giebt als Verseifungszahl des Fettes aus Palmkernkuchen an die Zahl 249.2. Derselbe giebt auch an (loc. cit. S. 153), dass das Fett der Palmkernkuchen, wie jenes von Kokosnusskuchen, frei sei von Lecithin oder nur Spuren davon enthalte. E. SCHULZE und FRANKFURT<sup>2)</sup> fanden in einer Probe Palmkernkuchen 0.22% Lecithin in der Trockensubstanz und bei Kokoskuchen 0.19%.

Über die Neigung der Palmkuchen oder -mehle zur Schimmelbildung hat der Ref. bereits zweimal berichtet. Die zu der Prüfung dienende einfache Methode ist in KÖNIG'S bekanntem Handbuch,<sup>3)</sup> der Brütöfen in der Chem. Ztg. (Cöthen) 1885, No. 15, beschrieben und abgebildet.

Aus meiner ersten Mitteilung<sup>4)</sup> ist nun zu entnehmen, dass von 16 eingesandten Proben Palmkuchen nur eine zur Schimmelbildung neigte. Aus der zweiten Mitteilung<sup>5)</sup> führen wir an, dass von 10 Proben Palmkuchen und -mehl nur zwei eine Neigung hatten, Schimmel zu bilden, und auch diese nur in schwachem Grade.

<sup>1)</sup> Dr. AUGUST STELLWAG, Die Zusammensetzung der Futtermittelfette, Landw. Versuchs-Stat. XXXVII (1890), S. 148.

<sup>2)</sup> E. SCHULZE und S. FRANKFURT, ebendas. XLIII (1894), S. 315.

<sup>3)</sup> Dr. J. KÖNIG, Die Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe (Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin), 1891, S. 240.

<sup>4)</sup> Landw. Wochenbl. f. Schleswig-Holstein 1884, No. 23.

<sup>5)</sup> Ebendasselbst 1889, No. 26.

Da Schimmelbildung hiernach ein Fehler ist, welcher den Palmkernkuchen oder -mehlen im allgemeinen nur selten anhaftet, so haben wir diese Prüfung bei der Untersuchung von Palmkuchen etc. nur seltener auszuführen für nötig erachtet. Doch geschah dies seit 1889 noch im ganzen in 14 Fällen. Hierbei erwiesen sich 11 Proben als frei von der Neigung zum Schimmeln, während zwei vereinzelt auftretende spärliche Pilzbildung zeigten, und eine Probe verhielt sich ähnlich, doch konnte an jedem Partikelchen unter dem Mikroskop das Herauswachsen von zarten Pilzfasern beobachtet werden. Im ganzen haben also auch diese Prüfungen die früheren Resultate nur bestätigt. Eine Neigung zur Bildung von Schimmelpilzen unter den von uns eingehaltenen Bedingungen kommt selten vor, und eine regelmässige Prüfung der Palmkernkuchen oder -mehle scheint daher nicht notwendig, oder doch auf solche besonderen Fälle beschränkt werden zu dürfen, welche zu irgend einer Klage über den Erfolg der Fütterung Veranlassung gaben.

Eine Prüfung auf Bakterien, wenn sie auch manchmal in einfachster Weise von uns vorgenommen wurde, war nicht eingehend genug und den neueren Methoden nicht genügend entsprechend, so dass wir auf eine weitere Verwertung unserer Befunde nach dieser Richtung verzichten.

#### **Untersuchungen über die Veränderungen der Palmkuchen und der Palmkernfette, bezw. der Acidität, Jodzahl, Verseifungszahl u. s. w. beim längeren Aufbewahren. Von dem Referenten.**

Da die in der Literatur vorliegenden Daten nicht genügten, um zu erfahren, welche von den analytisch feststellbaren Qualitätsfaktoren der Palmkernkuchen unter dem Einflusse der Zeit und des damit verbundenen Ranzigwerdens am stärksten beeinflusst werden, also auch vom grösstem Wert sind für die Feststellung der Qualität, so suchten wir diese Lücke durch einige neue Untersuchungen einigermaßen auszufüllen. Wir haben unsere Studien sowohl auf Palmkernöl, als auf das aus dem Kuchen von uns extrahierte Öl, erstreckt und werden über beide Versuchsreihen gesondert berichten.

Im allgemeinen wurden bestimmt die Gesamtverseifungszahl, die Verseifungszahl der Säuren (Säurezahl) und jene des Neutralfettes (aus der Differenz), die Jodzahl, später auch einigemal



die gesamten flüchtigen Fettsäuren (nach dem Verseifen) und die fertig gebildet vorhandenen freien flüchtigen Fettsäuren.

Acetylzahlen haben wir viele bestimmt, aber es erwies sich die von uns gewählte Modifikation des Verfahrens als mit einer Unsicherheit behaftet, so dass wir auf die nähere Mitteilung der Versuchsdaten verzichten, indem wir uns eine fernere Untersuchung nach erfolgter Verbesserung der Methode vorbehalten.

Bei den Kuchen wurde auch Acidität und Ölsäure in üblicher Weise, ferner auch Fett, Protein und Nichtprotein bestimmt.

Über die befolgten Methoden machen wir, soweit erforderlich, im folgenden kurze Mitteilungen.

Bei der Bestimmung der Verseifungszahl haben wir mit gutem Erfolg die von KOSSEL und OBERMÜLLER<sup>1)</sup> vorgeschlagene kalte Verseifung mit Natriumalkoholat benützt. Das letztere wurde hergestellt durch allmähliches Eintragen von 20 g Natrium in 400 ccm Alkohol, wobei am Anfang gekühlt wurde. Der Titer des Alkoholates hält sich einige Wochen unverändert, doch unterlässt man nicht, sich hiervon vor jeder Versuchsreihe zu überzeugen.

Zu 10 ccm der ätherischen Fettlösung, die ca. 1—2 g Fett enthielt und sich in Kölbchen befand, wie solche zu der üblichen Fettbestimmung dienen, wurden 10 ccm Natriumalkoholat gesetzt, deren Titer gegen Schwefelsäure eingestellt war. Die Verseifung erfolgte sehr rasch, dennoch liessen wir die Kölbchen verschlossen der Sicherheit wegen bis zum andern Tag stehen. Dann wurde in Wasser in der Kälte gelöst, Phenolphthalein zugesetzt und mit Schwefelsäure zurücktitriert. Einigemal erhielten wir auffallend niedere Resultate, die wir nicht weiter verwertet haben, da wir einen störenden Zufall vermuteten, welchen auszuschliessen bei einer genaueren Durcharbeitung der Methode wohl gelingen dürfte.

Zu der Bestimmung der Glyceride der flüchtigen Fettsäuren oder der entsprechenden Verseifungszahl haben wir in der Regel nur mit 2—3 g Fett, in Äther gelöst, gearbeitet, diese mit soviel Natriumalkoholat verseift, dass auf 1 g Fett ca. 6 ccm Alkoholat vorhanden waren. Nach 24 Stunden wurde

<sup>1)</sup> A. KOSSEL und K. OBERMÜLLER, Ztschr. f. physiologische Chemie 14, S. 599.

in wenig Wasser gelöst und in den WOLLNY'schen Destillierkolben übergespielt und dann vorsichtig und allmählich 100 ccm fast kochendes Wasser unter Schütteln zugesetzt, um die Hauptmasse des Äthers zu verjagen, dann 2 Stückchen Bimsstein hineingeworfen und über ganz kleinem Flämmchen langsam, erst später beim Eintritt ruhigen Siedens rascher, bis auf einen Rest von ca. 30—50 ccm abdestilliert. Hierauf wurde die Vorlage gewechselt, die doppelte Menge der zur Zersetzung des Natriumalkoholats nötigen Schwefelsäure und noch ca. 100 ccm oder soviel heisses Wasser hinzugefügt, dass das Gesamtvolumen ca. 130—150 cmm betrug, und dann wie üblich in 30 Minuten 110 ccm in die Vorlage überdestilliert. Endlich wurde mit verdünnter Natronlauge und Phenolphthalein nach bekannter Weise titriert.

Die Bestimmung der Jodzahl wurde nach HÜBL in der Modifikation von FAHRION<sup>1)</sup> vorgenommen, die Feststellung des Titers der Natriumhyposulfitlösung geschah mit Hilfe von Kaliumbichromat.<sup>2)</sup> Acidität oder Säurezahl wurden in bekannter Weise, Nichtprotein mit Hilfe der Tanninmethode bestimmt.

Dieselben Öle wurden wiederholt analysiert, nachdem sie zwei Jahre lang (vom Mai 1892 bis Mai 1894) im verschlossenen Gläsern auf dem Schreibtisch gestanden hatten. Mit denselben, also bereits zwei Jahre alten Ölen wurden dann noch verschiedene Versuche gemacht, um zu prüfen, wie sie sich verändern, wenn Luft und Licht bessere Gelegenheit der Einwirkung geboten wird. Es wurden Mengen von ca. 10 g des Fettes auf Teller gestrichen und einen oder mehrere Monate hindurch im Hellen (Gaszimmer) oder im Dunkeln (Dunkelkammer) offen hingestellt. Hierauf wurden dieselben wiederum analysiert.

Im folgenden teilen wir nur die Hauptergebnisse der Untersuchung, welche noch manche Lücken aufweist, übersichtlich mit.

#### A. Versuche über das Verhalten von Palmkernöl.

1. Untersuchung mehrerer Proben Palmkernöl aus der Fabrik von NOBLÉE & THÖRL in Harburg a. E., also nach dem Extraktionsverfahren (S. 22) erhalten. Die Proben

<sup>1)</sup> Dr. W. FAHRION, Chem. Ztg. 1892, No. 49.

<sup>2)</sup> R. BENEDIKT, Analyse der Fette, 2. Aufl. (Berlin 1892), S. 117.

wurden nach der Einsendung alsbald, also im frischen Zustand untersucht:

Bezeichnung der Probe		Palmkernöl				
		a	b	c	d	e
Wasser . . . . .	Prozent	0.489	0.285	0.346	0.507	0.519
Gesamtverseifungszahl . . . . .	mg KOH p. 1g Fett	250.2	251.4	254.8	—	247.9
Säurezahl . . . . .	"	14.7	12.7	15.0	17.3	17.3
Verseifungszahl des Neutralfettes . . . . .	"	235.5	238.7	239.8	—	230.6
Desgl. der Glyceride der flüchtigen Fettsäuren . . . . .	"	n. best.	n. best.	n. best.	5.96	5.97
Ölsäuregehalt aus der Säurezahl berechnet . . . . .	Proz. Ölsäure	7.39	6.38	7.54	8.69	8.69
Jodzahl . . . . .	Proz. Jod	16.23	16.76	15.37	15.85	15.66

Wir fügen hinzu die Untersuchung von zwei frischen Proben aus einer Fabrik, welche nach dem Pressverfahren (S. 24) arbeitet:

Bezeichnung der Probe		Palmkernöl	
		f	g
Wasser . . . . .	Prozent	0.732	0.435
Gesamtverseifungszahl . . . . .	mg KOH p. 1g Fett	250.0	—
Säurezahl . . . . .	"	19.5	22.2
Verseifungszahl des Neutralfettes . . . . .	"	230.5	—
Desgl. der Glyceride der flüchtigen Fettsäuren . . . . .	"	n. best.	5.41
Ölsäuregehalt aus der Säurezahl berechnet . . . . .	Prozent Ölsäure	9.80	11.16
Jodzahl . . . . .	Prozent Jod	15.30	16.96

2. Beobachtungen über Veränderungen der vorstehenden Proben mit der Zeit. Veränderung des Säuregehalts (ausgedrückt durch Ölsäure). Beim längeren Aufbewahren im verschlossenen Glas bei Zimmertemperatur nahm der Ölsäuregehalt ein wenig zu, und zwar in allen beobachteten Fällen, wie folgende kurze Übersicht zeigt:

Probe	frisch	Ölsäuregehalt %
		nach 2 Jahren, Aufbewahrung im Glas
a)	7.39	9.25
b)	6.38	8.59
c)	7.54	8.74
f)	9.80	11.86

Die Säurevermehrung in der langen Zeit ist eine relativ geringe, so dass es nicht möglich sein würde, umgekehrt aus dem Säuregehalt Rückschlüsse auf das Alter der betr. Probe zu ziehen.

Wir haben auch versucht, die Säurebildung mehr zu begünstigen, indem wir etwas von dem Fett auf einen Teller strichen und dasselbe einen oder mehrere Monate lang der Wirkung der Luft, im Hellen oder im Dunkeln aussetzten. Ein solcher Versuch wurde ausgeführt mit Probe d und g, wobei sich folgendes ergab:

Probe	frisch	Gehalt an Ölsäure % nach 4 Monaten an der Luft	
		im Hellen	im Dunkeln
d)	8.69	8.85	8.90
g)	11.16	12.01	11.46.

Die Neigung zur Säurebildung war also eine recht geringe. Eine merkliche aber doch geringe Vermehrung der Säure liess sich beobachten, als wir von den Proben b und c, welche bereits 2 Jahre alt im Glas geworden waren, etwas auf Teller gestrichen 4 Monate am Licht stehen liessen.

Probe	ursprüngl.	Gehalt an Ölsäure %	
		nach 2 Jahren im Glas	weiter 4 Monate offen an Luft und Licht
b)	6.38	8.59	9.10
c)	7.54	8.74	10.00.

Veränderung der Glyceride der flüchtigen Fettsäuren (bestimmt nach REICHERT-WOLLNY, berechnet als mg KOH pro 1 g Fett). Aus den folgenden Versuchen ergibt sich, dass die Gesamtmenge der flüchtigen Fettsäuren sich ein wenig vermehrt, wenn das Fett der Wirkung der Luft ausgesetzt wird.

Der folgende Versuch ist mit frischem Palmkernöl ausgeführt, welches nach der Untersuchung 4 Monate auf einem Teller der Luft ausgesetzt wurde.

Probe	im frischen Fett	Flüchtige Fettsäure im Ganzen (mg KOH pro 1 g Fett)	
		4 Monate auf einem Teller der Luft ausgesetzt	
		im Hellen	im Dunkeln
d)	5.96	6.69	7.28
g)	5.41	6.38	6.53.

Auch mit älteren Proben, welche bereits 2 Jahre im Glas geruht hatten, liess sich nach Einwirkung der Luft eine ähnliche Zunahme nachweisen.

Probe	Flüchtige Fettsäure im Ganzen	
	in der 2 Jahre alten Probe	nach weiteren 4 Monaten auf dem Teller der Luft aus- gesetzt im Hellen
b)	7.94	8.94
c)	8.23	9.80.

Auch Versuche, bei welchen das Fett (älteres) nur einen Monat der Luft ausgesetzt war, zeigten deutliche Zunahmen der flüchtigen Fettsäure.

Veränderungen der Jodzahlen des Palmkernöls.

Wir fanden die Jodzahl nach zweijähriger Aufbewahrung der Fettproben im Glas verringert.

Probe	Jodzahlen von Palmkernöl	
	frisch	nach 2 Jahre langem Aufbewahren im Glas
a)	16.23	11.28
b)	16.76	10.06
c)	15.37	10.56
f)	15.30	11.94.

Eine merkliche Verringerung der Jodzahl trat auch ein, als frische Proben auf Tellern der Luft ausgesetzt wurden.

Probe	Jodzahlen von Palmkernöl		
	frisch	4 Monate an der Luft	
		im Hellen	im Dunkeln
d)	15.85	12.80	13.62
g)	16.96	12.61	13.59.

Ähnliche Bestimmungen wurden gemacht mit den Palmkernölproben, welche 2 Jahre im Glas aufbewahrt waren und infolge dessen bereits eine verringerte Jodzahl besaßen.

Probe	Jodzahlen von Palmkernöl		
	ursprünglich frisch	nach 2 Jahren, auf- bewahrt im Glas	nach weiteren 4 Monaten offen auf dem Teller im Hellen
b)	16.76	10.06	8.11
c)	15.37	10.56	8.20.

Weitere entsprechende Versuche konnten nur einen Monat lang fortgesetzt werden.

Probe	ursprünglich frisch	nach 2 Jahren, auf- bewahrt im Glas	nach 1 weiteren Monat offen auf dem Teller	
			im Hellen	im Dunkeln
a)	16.23	11.28	10.71	—
f)	15.30	11.94	11.04	11.96.

Alle diese Versuche lehren übereinstimmend, dass die Jodzahl der Palmkernöle sowohl beim längeren Aufbewahren im Glas, als beim Ausbreiten an der Luft mit der Zeit etwas abnimmt. Sie enthalten auch einige Andeutungen, dass die Abnahme der Jodzahl unter dem Einfluss des Lichtes rascher stattfindet, als im Dunkeln. Doch sind die beobachteten Unterschiede gering, und die Zahl der Versuche ungenügend, so dass unsere Beobachtung noch einer weiteren Bestätigung bedarf.

#### Veränderungen der Acetylzahlen der Palmkernöle mit der Zeit.

Ogleich wir aus unseren Ermittlungen der Acetylzahlen hier nicht viele Schlussfolgerungen ziehen dürfen, da wir zu der Überzeugung gelangt sind, dass die Methode noch nicht hinreichend genau, so möchten wir doch die augenfällige Tatsache nicht verschweigen, dass die 2 Jahre lang im Glas aufbewahrten Proben eine starke Erhöhung der Acetylzahl aufwiesen. Die Unterschiede waren so erheblich, dass es wohl angezeigt erscheint, die Bestimmung der Acetylzahlen bei ferneren Studien über das Alt- und Ranzigwerden der Fette auszuführen.

#### B. Versuche über das Verhalten von Palmkernkuchen und Schrot.

1. Untersuchung von zwei Proben Palmkernschrot von NOBLÉE und THÖRL in Harburg a. E. und einiger Eigenschaften des daraus extrahierten Öls.

Bezeichnung der Probe		Palmkernschrot	
		h	i
Wasser . . . . .	Prozente der Probe	11.09	10.52
Protein . . . . .	"	17.74	16.44
Nichtprotein . . . . .	"	0.95	0.86
Fett . . . . .	"	2.41	1.11
Ölsäure . . . . .	"	0.41	—
Acidität . . . . .	in Proz. des Fettes	17.02	—

Bestimmungen mit dem von uns aus einer grösseren Menge der Probe extrahierten Fett:

Gesamtverseifungszahl . . . . .	mg KOH pro 1 g Fett	250.1	307.1
Säurezahl . . . . .	"	31.2	39.4
Verseifungszahl d. Neutralfettes . . . . .	"	218.9	267.7
Ölsäuregehalt aus der Säurezahl berechnet . . . . .	Proz. des Öls	15.68	19.80
Jodzahl . . . . .	Proz. Jod	20.9	17.5

2. Verschiedene Proben frischen Palmkuchens, erhalten nach dem Pressverfahren und das von uns daraus extrahierte Öl:

Herkunft:		Palmkuchen					
		Harburg a. d. Elbe				Flensburg	
		k	l	m	n	o	p
Wasser . . . . .	Prozente der Probe	10.41	10.01	8.88	11.07	11.71	12.02
Protein . . . . .	"	16.86	16.53	17.28	17.40	17.78	16.86
Nichtprotein . . . . .	"	1.24	1.33	1.46	1.83	0.87	0.75
Fett . . . . .	"	9.55	7.94	7.59	7.13	7.83	8.15
Ölsäure . . . . .	"	1.37	1.28	—	—	—	1.00
Acidität . . . . .	Ölsäure in Proz. des Fettes	14.35	16.14	—	—	—	12.3

Bestimmungen mit dem aus einer grösseren Menge der Proben extrahierten Fett:

	mg KOH pro 1 g Fett						
Gesamtverseifungszahl . . . . .		235.6	239.3	—	—	245.5	251.7
Säurezahl . . . . .	"	26.8	31.0	26.3	34.9	40.8	22.7
Verseifungszahl d. Neutralfette . . . . .	"	208.8	208.3	—	—	204.7	229.0
Desgl. d. Glyceride der flüchtigen Fettsäuren . . . . .	"	—	—	10.87	8.29	—	13.09
Ölsäuregehalt aus der Säurezahl berechnet . . . . .	Ölsäure Prozent	13.47	15.58	13.22	17.54	20.50	11.41
Jodzahl . . . . .	Prozent Jod	16.69	15.99	17.12	17.34	14.85	15.61

3. Eine frische Probe Palmkernkuchen aus einer Breslauer Fabrik und eine dasselbst mehrere Monate gelagerte Probe.

Bezeichnung der Proben		Palmkernkuchen	
		frische Probe	mehrere Mon. gelagert
		q	r
Wasser . . . . .	Proz. der Probe	8.82	8.42
Protein . . . . .	"	18.19	17.96
Nichtprotein . . . . .	"	0.64	0.64
Fett . . . . .	"	5.83	5.28
Ölsäure . . . . .	"	2.98	2.73
Acidität . . . . .	Ölsäure in Proz. d. Fettes	51.1	51.6

Bestimmungen mit aus einer grösseren Menge der Proben extrahiertem Fett:

Bezeichnung der Proben		Palmkernkuchen	
		frische Probe q	mehrere Mon. gelagert r
Gesamtverseifungszahl . . . .	mg KOH pro 1 g Fett	260.8	258.0
Säurezahl . . . . .	"	100.0	104.7
Verseifungszahl d. Neutralfettes Desgl. d. Glyceride d. flüchtigen Fettsäuren . . . . .	"	160.8	153.3
Ölsäuregehalt aus der Säure- zahl berechnet . . . . .	Proz.	50.25	52.61
Jodzahl . . . . .	Proz. Jod	18.16	18.98

4. Verschiedene Proben Palmkuchen oder -mehl, wie sie der Versuchs-Station gerade zur Untersuchung vorlagen:

Bezeichnung der Proben		Palmkernkuchen		Palmkern- kuchennmehl
		s	t	u
Wasser . . . . .	Proz. der Probe	11.2	n. best.	n. best.
Protein . . . . .	"	18.48	"	15.72
Nichtprotein . . . . .	"	0.62	0.62	0.69
Fett . . . . .	"	8.83	8.73	4.54
Ölsäure . . . . .	"	—	1.77	3.49
Acidität . . . . .	Ölsäure in Proz. d. Fettes	—	20.3	76.8

Untersuchung mit dem aus einer grösseren Menge der Proben extrahierten Fett:

Gesamtverseifungszahl . . . .	mg KOH pro 1 g Fett	253	—	250.6
Säurezahl . . . . .	"	91	41.6	152.5 <sup>1)</sup>
Verseifungszahl d. Neutral- fette . . . . .	"	162	—	98.1
Ölsäuregehalt aus der Säure- zahl berechnet . . . . .	Proz. Ölsäure	45.73	20.9	76.8
Jodzahl . . . . .	Proz. Jod	15.7	16.8	28.1

Veränderung des Protein- und Fettgehaltes von Palmölkuchen bei längerer Lagerung an der Luft.

Eine Beobachtung ist in dieser Richtung von uns gemacht bei den Kuchen k und l, welche nach der ersten Analyse zwei Jahre in einem dunkeln Laboratoriumsraum aufbewahrt worden waren.

<sup>1)</sup> Aus der Acidität berechnet.



Die Kuchen enthielten:

	Kuchen k		Kuchen l	
	ursprüngl.	nach 2 Jahren	ursprüngl.	nach 2 Jahren
Wasser . . . . .	10.41	9.18	10.01	9.50
Protein . . . . .	16.86	17.22	16.53	17.54
Fett . . . . .	9.55	9.45	7.94	7.99.

Die Unterschiede im Fettgehalt sind hiernach sehr gering. Eine kleine Zunahme des Proteingehalts ist bemerkbar, die durch die Veränderung des Wassergehalts nicht allein zu erklären ist. Doch reduziert sich die Zunahme des Proteingehalts mit Berücksichtigung des Wassergehalts (Umrechnung auf den ursprünglichen Wassergehalt) bei Probe k auf 0.12%, bei Probe l auf 0.91%. Doch waren vielleicht auch Zufälle im Spiel, da aus den aufbewahrten Kuchenstücken eine neue Pulverprobe zur Analyse hergestellt wurde.

Etwas auffallender war die Veränderung des Fettgehalts der Probe o bei zweijährigem Lagern an Luft und Licht auf dem Boden der Versuchs-Station.

	Kuchen o	
	ursprüngl.	nach 2 Jahren
Wasser . . . . .	11.71	10.86 %
Protein . . . . .	17.78	17.75 "
Fett . . . . .	7.83	6.25 "

Leider können wir die Beobachtung über die eingetretene Veränderung des Fettes nicht durch weitere Beobachtungen kontrollieren. Dass übrigens eine Zersetzung des Fettes sich vollzogen hat, wird man auch aus den nachfolgenden Bestimmungen der Acidität derselben Proben entnehmen.

Veränderungen des Säuregrades (Acidität) des Fettes von Palmkuchen beim längeren Lagern oder Aufbewahren.

Die im vorigen Abschnitt angeführten Kuchenproben wurden nach zweijähriger Lagerung an der Luft auch auf ihren Gehalt an Säure, berechnet als Ölsäure in Proz. des Fettes, untersucht. Hierbei ergaben sich folgende Resultate:

	Kuchen k		Kuchen l		Kuchen o	
	ursprüngl.	2 Jahre offen im Dunkeln gelagert	ursprüngl.	2 Jahre offen im Dunkeln gelagert	ursprüngl.	2 Jahre offen im luftigen Raum im Licht gelagert
Acidität in Proz. des Fettes:	14.35	26.44	16.14	40.61	20.50	86.08

Die Zunahme der Acidität während der längeren Lagerung ist unverkennbar. Dieselbe hängt von der Art der Lagerung, aber auch von den ursprünglichen Eigenschaften des Kuchens ab. Wir haben oben schon nachgewiesen, dass die Acidität in einer gewissen Abhängigkeit von dem Fettgehalt steht, auf welche Erscheinung zuerst REITMAIR aufmerksam gemacht hat.

Dass die Säurebildung auch bei der Aufbewahrung im verschlossenen Glas mit der Zeit fortschreitet, lehren die folgenden Beobachtungen:

Palmkernkuchen.

Acidität in Proz. des Fettes:	Probe s		Probe t	
	ursprüngl. 45.73	nach 18 Monaten, im Glas aufbewahrt 89.10	ursprüngl. 20.90	nach 18 Monaten, im Glas aufbewahrt 90.12.

Trotz dieser Erfahrungen sind Rückschlüsse aus der Grösse der Acidität auf das Alter der Kuchen nur mit Vorsicht unter Berücksichtigung aller anderen Befunde zu ziehen, da nach REITMAIR auch bei frischen Kuchen die Acidität zuweilen hoch befunden wurde.

Veränderung der Jodzahl des Fettes von Palmkuchen  
beim längeren Aufbewahren.

Wir stellen die wenigen von uns ermittelten Zahlen im folgenden zusammen:

a) Palmkuchen an der Luft gelagert.

	Probe k		Probe l		Probe o	
	ursprüngl. 16.69	2 Jahre offen im Dunkeln gelagert 13.74	ursprüngl. 15.99	2 Jahre offen im Dunkeln gelagert 15.06	ursprüngl. 14.85	2 Jahre offen im luftigen Raum im Licht gelagert 17.37.

b) Palmkuchen im Glas aufbewahrt.

	Probe s		Probe t	
	ursprüngl. 15.7	nach 18 Monaten, im Glas aufbewahrt 16.32	ursprüngl. 16.8	nach 18 Monaten, im Glas aufbewahrt 19.13.

Diese Resultate widersprechen allerdings zum Teil den entsprechenden Versuchen mit Palmkernöl (s. o.), wo sich regel-

mässig eine Abnahme der Jodzahl beim Älterwerden der Öle ergab. Unsere Erwartung, in der Ermittlung der Jodzahl einen Indikator für Alter und Ranzigkeit der Palmkuchen zu finden, ist hierdurch wieder herabgestimmt worden, wenn wir auch zugeben müssen, dass die vorliegende Versuchsreihe nicht ausreicht, die Frage zu entscheiden. Auch in dem Falle, wo die Jodzahl sich mit dem Alter verminderte, bei Probe k, ist doch der Unterschied ein so geringer, dass er zu einem sicheren Rückschluss für praktische Zwecke nicht berechtigen würde. Vielleicht bilden sich bei längerer Lagerung Zersetzungsprodukte, die selbst Jod addieren und hierdurch eine Kompensation bewirken, welche das Verhalten des Fettes für die Erkennung verdunkelt. Es dürfte sich empfehlen, fernere Studien in dieser Richtung mit Kuchen auszuführen, welche an Triolein reicher sind.

#### Veränderungen der Acetylzahlen.

Wenn wir aus dem bereits oben angegebenen Grunde auf die Mitteilung einzelner Zahlen hier verzichten, so wollen wir doch nicht verschweigen, dass die Gesamtheit unserer Bestimmungen von Acetylzahlen der aus Palmkuchen extrahierten Fette in entschiedener Weise zu der Hoffnung berechtigt, dass diese Bestimmung für die Feststellung der Beschaffenheit der Palmkuchen sich später werde verwenden lassen. Die Acetylzahl des Fettes von 5 Proben Palmkuchen betrug frisch oder im ursprünglichen Zustand im Mittel 83 (mg KOH pro 1 g Fett), nach längerer Lagerung 126. Wir hoffen nach Ausarbeitung der Methode auf diesen Punkt zurückzukommen.

---

#### Verzeichnis der Abbildungen auf Tafel II.

---

##### Formelemente der Palmnüsse (*Elaeis guineensis*).

Fig. 1. Vergr. 300. Fruchtfleisch (*Mesocarpium*) Faserzellen und Schraubengefäße, ohne Vorbehandlung.<sup>1)</sup>

Fig. 2. Vergr. 300. Bündliche Zellen im Fruchtfleisch, ohne Vorbehandlung.

---

<sup>1)</sup> Über die Art der Vorbehandlung s. S. 11.

Fig. 3. Vergr. 300. Fruchtfleisch (Mesocarpium) Parenchymgewebe, ohne Vorbehandlung.

Fig. 4. Vergr. 300. Fruchtfleisch (Mesocarpium) Faserzellen und Schraubengefäße, vorbehandelt.

Fig. 5. Vergr. 300. Rundliche Zellen im Fruchtfleisch, vorbehandelt.

Fig. 6. Vergr. 300. Fruchtfleisch (Mesocarpium) einzelne Faserzellen, vorbehandelt.

Fig. 7a und b. Vergr. 150. Steinschale (Endocarpium) Sklerenchymzellen, ohne Vorbehandlung.

Fig. 8. Vergr. 300. Steinschale (Endocarpium) Sklerenchymzellen, ohne Vorbehandlung.

Fig. 9. Vergr. 300. Steinschale (Endocarpium) Sklerenchymzellen, vorbehandelt.

Fig. 10. Vergr. 300. Palmkern, Querschnitt durch die Oberhaut, ohne Vorbehandlung.

Fig. 11. Vergr. 70. Palmkern, Flächenansicht der Samenhaut und des Endosperms, vorbehandelt.

Fig. 12. Vergr. 300. Palmkern, getüpfelte Zellen der Samenhaut nebst dem inneren Gewebe derselben (braune Zellen, vergl. 14a), vorbehandelt.

Fig. 13. Vergr. 600. Palmkern, getüpfelte Zellen, vorbehandelt.

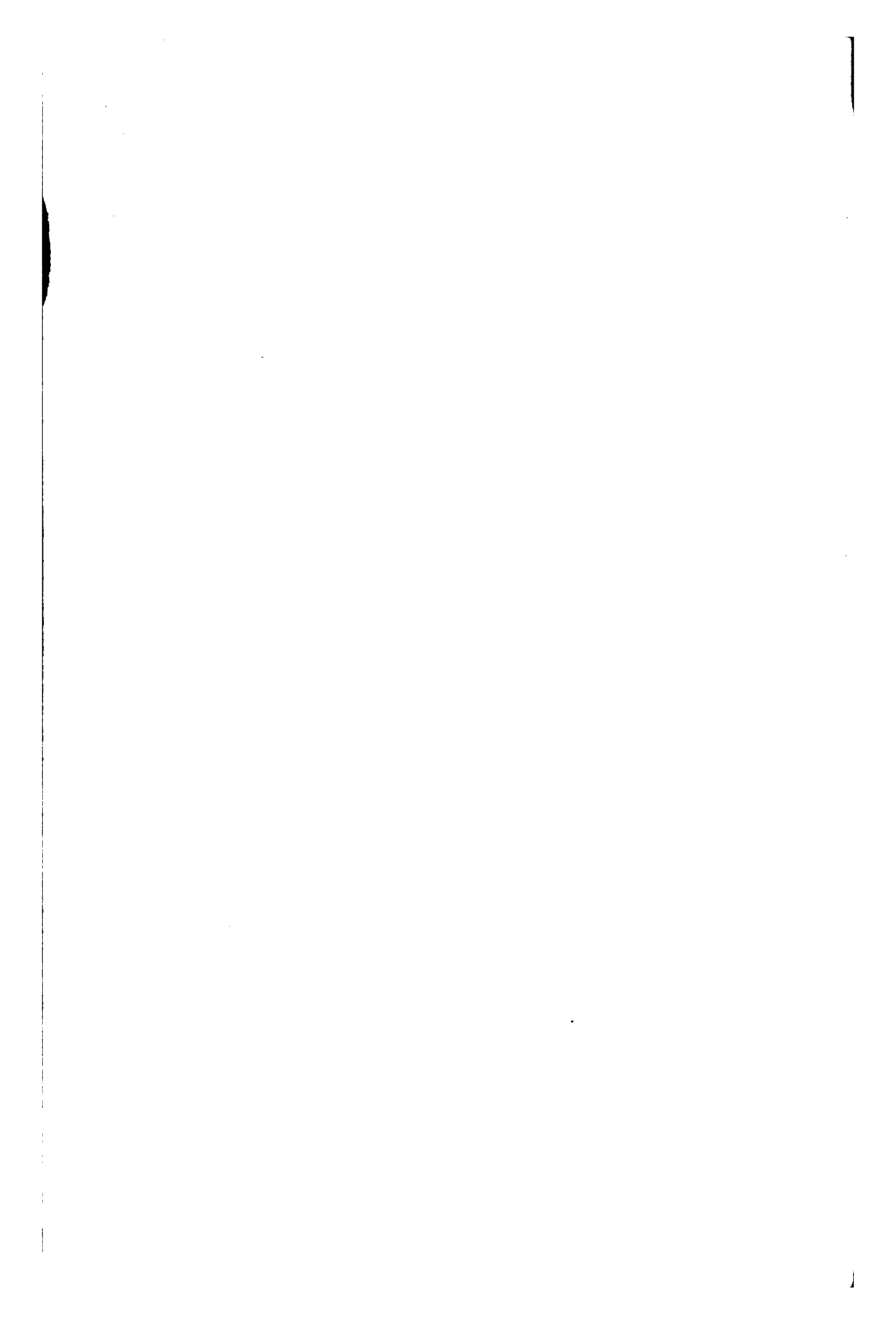
Fig. 14a und b. Vergr. 300. Palmkern, braune innere Zellen und getüpfelte Zellen der Samenhaut, ohne Vorbehandlung.

Fig. 15. Vergr. 300. Palmkern, Endosperm, Tangentialschnitt, nur entfettet.

Fig. 16. Vergr. 300. Palmkern, Endosperm, Radialschnitt, nur entfettet.

Fig. 17. Palmkern, Endosperm, Radialschnitt nach einer Photographie von Dr. STAHL.

---



Mitteilungen der landw. Versuchs-Station und des  
agrikultur-chemischen Laboratoriums an der  
Universität Jena.

X. Über denitrifizierende Mikroorganismen.

Von

Dr. O. KÜNNEMANN-Jena.

Die vielseitigen Untersuchungen über die Stickstoffverluste im Stallmist und Ackerboden haben ergeben, dass solche unter den verschiedensten Bedingungen eintreten können. Die weit- aus grössten Verluste an Stickstoff scheinen übereinstimmend ihre Ursache in der Lebensthätigkeit pflanzlicher Kleinwesen zu haben. Die Aufgabe der nachstehend beschriebenen Untersuchungen, welche auf Anregung und unter Beihilfe der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft nach einem gemeinsamen Arbeits- plane mit Herrn Professor PFEIFFER (s. S. 114) ausgeführt wurden, richtete sich auf den Nachweis von Mikroorganismen im Stall- mist und im Ackerboden, bei deren Lebensthätigkeit salpeter- oder salpetrigsaure Salze unter Entbindung von freiem Stick- stoffgas zerstört werden.

Die Thatsache, dass durch Vermittelung von Mikroorga- nismen eine Reduktion der Nitrate stattfinden kann, ist an sich durch einwandfreie Untersuchungen längst festgestellt. E. MEUSEL<sup>1)</sup> wies zum ersten male nach, dass bakterienhaltiges Brunnen- wasser, das als einzige Stickstoffverbindung Nitrate enthielt, nach 4tägigem Stehen die Reaktion auf salpetrige Säure gab, während diese Reaktion nicht oder verlangsamt auftrat, wenn dem Wasser gärungs- und fäulnishemmende Körper, wie Karbolsäure, Salicyl- säure, Benzoessäure etc., beigelegt waren oder wenn der Versuch mit frisch destilliertem traubenzucker- und salpeterhaltigem, gekochtem und kochend eingeschmolzenem Wasser angestellt wurde.

<sup>1)</sup> E. MEUSEL, Bericht der deutschen chem. Gesellschaft 1875, S. 1214.  
Versuchs-Stationen. L.

R. WARRINGTON<sup>1)</sup> prüfte 27 Arten von Mikroorganismen auf das Vermögen, Nitrate zu Nitriten zu reduzieren. Dabei fand Verfasser, dass manche Organismen wie *B. floccus*, *fluorescens non liquescens*, die Bacillen der Schweinepest, schnell die Nitrate zu Nitriten reduzieren, andere wie *B. intestini*, *B. anthracis*, der Typhusbacillus, langsam, und dass anderen dies Vermögen überhaupt nicht zukommt. — Ebenso untersuchte P. F. FRANKLAND<sup>2)</sup> 32 Arten von Mikroorganismen auf ihr reduzierendes Verhalten auf Salpetersäure. 16 oder 17 Arten reduzierten Salpetersäure zu salpetriger Säure. Stark reduzierten die dem Wasser entnommenen *B. racemosus*, *B. violaceus* u. *B. vermicularis*, ebenso die aus Luft isolierten *B. pestifer* u. *B. viscosus*. Das Verhalten wurde unter Luftabschluss nicht geändert. Die Gesamtmenge des Stickstoffs blieb, auch bei gänzlicher oder teilweiser Reduktion zu Nitrit, unverändert dieselbe. Ein Organismus der *B. aquatilis* reduzierte die Nitrate nicht, veranlasste durch sein Wachstum jedoch das Verschwinden einer beträchtlichen Menge des Salpetersäurestickstoffs.

Auch HERAEUS<sup>3)</sup> sowie BURRI und STUTZER<sup>4)</sup> fanden bei ihren Versuchen über denitrifizierende Eigenschaften der Mikroorganismen nicht selten Reduktion der Nitrate zu Nitriten.

Wenn nun auch durch diese Reduktionsvorgänge direkte Stickstoffverluste nicht eintreten, so ist doch durch dieselben die eventuelle Möglichkeit gegeben, dass solche entstehen können, wenn gleichzeitig Ammonsalze bzw. primäre Amine vorhanden sind. Von viel weittragenderer Bedeutung für die Beurteilung der Stickstoffverluste sind jedenfalls die Prozesse, bei welchen unter der Einwirkung von Mikroorganismen die Reduktion weiter und bis zur Entbindung von freiem Stickstoffgas geführt wird. TH. LEONE<sup>5)</sup> stellte fest, dass aus den Nitraten unter der Lebendthätigkeit von Mikroorganismen nicht Ammoniak entsteht, sondern

<sup>1)</sup> R. WARRINGTON, Die chemischen Wirkungen einiger Mikroorganismen, *Journal of Chem. Soc.* Vol. III, p. 127. Ref. WOLLNY's Forschungen 1889, Bd. XII, S. 90 u. *Centralbl. für Bakt. u. Parasitenkunde* Bd. VI, S. 498.

<sup>2)</sup> P. F. FRANKLAND, Die Wirkung einiger spezifischer Mikroorganismen auf Salpetersäure. Ref. WOLLNY's Forschungen 1889, Bd. XII, S. 89.

<sup>3)</sup> HERAEUS, *Zeitschrift f. Hyg. u. Infektionskunde* Bd. I, S. 193.

<sup>4)</sup> R. BURRI und A. STUTZER, Über Nitrat zerstörende Bakterien und den durch dieselben bedingten Stickstoffverlust. *Centralblatt für Bakt. und Parasitenkunde* II, Bd. I, S. 257.

<sup>5)</sup> TH. LEONE, Über die Reduktion der Nitrate durch Keime. Ref. *Chem. Centralblatt* 1890, Bd. I, S. 1063.

die Nitrate und Nitrite bis zur Bildung von freiem Stickstoff reduziert werden. TH. SCHLÖSING hatte schon 1868 gefunden, dass bei der Fäulnis von Harn und bei der Milchsäuregärung des Zuckers in Gegenwart von Salpeter Stickoxyd und freier Stickstoff gebildet wird. Ebenso beobachtete derselbe bei faulendem Tabaksaft und bei der Milchsäuregärung von Zuckerrohr die Bildung von Stickstoffoxyd, Stickstoffoxydul und freiem Stickstoffgas. Ferner fand SCHLÖSING mit A. MÜNTZ,<sup>1)</sup> dass Gärungs- und Schimmelpilze sich von Ammoniak- und Salpeterstickstoff ernähren, den Ammoniakstickstoff jedoch, wenn ihnen beide zur Verfügung stehen, vorziehen. Wenn ihnen aber nur Salpetersäurestickstoff verabreicht wurde, fand bei längerer Fortsetzung des Versuches ein Verlust an freiem gasförmigen Stickstoff statt. J. M. H. MUNRO<sup>2)</sup> sah im Quellwasser bei Zusatz von Glycerin, Zucker, alkalischem Tartartrat, Acetat oder Oxalat unter der Einwirkung eines Fermentes Reduktion von Nitraten zu Nitriten. In verunreinigten Wässern wurde alles Nitrat und Nitrit unter Entwicklung von freiem Stickstoff zerlegt.

BR. TACKE<sup>3)</sup> kam auf Grund seiner Versuche zu dem Ergebnis, dass bei der Fäulnis organischer stickstoffhaltiger, jedoch nitratfreier Substanzen sowohl bei Gegenwart als bei Abwesenheit von Sauerstoff kein Stickstoff, oder doch nicht in nennenswerter Menge, entwickelt wird. Bei dem Vorhandensein von Nitraten in den faulenden Gemischen fand jedoch bei Sauerstoffabschluss Reduktion der Nitrate unter Bildung von Stickstoff und aller dazwischen liegender Reduktionsprodukte statt. Bei Sauerstoffzufuhr war diese Reduktion, wenn auch nicht unterdrückt, so doch weniger lebhaft.

LAWES, GILBERT und WARRINGTON<sup>4)</sup> hatten zu einem Boden, welchem die löslichen Salze entzogen waren, Natron-

<sup>1)</sup> TH. SCHLÖSING und A. MÜNTZ, Compt. rend. I, 89, S. 1074. Ref. KÖNIG, Wie kann der Landwirt den Stickstoffvorrat etc., Berlin 1893.

<sup>2)</sup> J. M. H. MUNRO, Über die Bildung und Zerstörung der salpetersauren und salpetrigsauren Salze in künstlichen Lösungen und im Brunnenwasser. Ref. WOLLNY's Forschungen 1889, Bd. XII, S. 91; Chem. Centralbl. 1886, S. 700.

<sup>3)</sup> TACKE, Über die Entwicklung von Stickstoff bei Fäulnis; Landwirtschaftliche Jahrbücher 1887, XVI, S. 917.

<sup>4)</sup> LAWES, GILBERT und WARRINGTON, On the amount and composition of the rain- and drainagewaters, London 1882; Ref. KÖNIG, Wie kann der Landwirt den Stickstoffvorrat etc., Berlin 1893, S. 117.



salpeter gesetzt und gefunden, dass 79 % des zugesetzten Stickstoffs am Ende ihres Versuches verschwunden waren, und es war nur anzunehmen, dass dies durch Reduktion zu freiem Stickstoff stattgefunden hatte. E. BRÉAL<sup>1)</sup> wies nach, dass auf dem Stroh, dem Luzerneheu, sowie auch im Maisölkuchen ein Nitrate unter Entbindung von freiem Stickstoff zerstörendes Ferment sich findet. In geschlossenen Gefässen, welche mit Salpeterlösung durchfeuchtetes Stroh enthielten, sah BRÉAL allen Sauerstoff der Luft verschwinden, während neben Kohlensäure eine beträchtliche Vermehrung des Volumens des Stickstoffs auftrat. Wenn das Gefäss statt Luft Sauerstoff enthielt, war das Resultat ein gleiches. Dagegen beobachtete BRÉAL nur Kohlensäure statt des verschwindenden Sauerstoffs, wenn das Stroh statt mit einer Salpeterlösung nur mit Wasser durchfeuchtet war. A. SPRINGER<sup>2)</sup> fand in Auszügen von Wurzeln, Stengeln oder Blättern des Tabaks Mikroorganismen in Form kleiner cylindrischer, an den Enden abgerundeter Stäbchen, die isoliert oder zu zweien vereint waren, sich schnell durch Hin- und Herbiegen bewegten und sich oft zu einem Ring krümmten, und die nicht nur die vorhandenen, sondern auch zugesetzte Nitrate zerlegten. Die Stäbchen gediehen am besten bei Luftabschluss und bei einer Temperatur von 35—40° C. DEHÉRAIN und MAQUENNE<sup>3)</sup> beobachteten, dass Ackererde auf Nitrate reduzierend wirkt, jedoch nur, wenn grosse Mengen organischer Stoffe vorhanden waren, und wenn die Atmosphäre des Bodens absolut frei von Sauerstoff war. Erde, welche die Fähigkeit besass zu denitrifizieren, verlor diese Eigenschaft nach Erhitzen auf 110—120°. In einem Gefäss, das  $\frac{1}{4}$  l Gartenerde, eine 1 %ige Zuckerlösung und 2 g Kaliumnitrat enthielt, entwickelte sich bei 35° C. gehalten nach Verlauf von 10 Tagen täglich  $\frac{1}{4}$  l Gas, bestehend aus 80.5 % Kohlensäure, 8.2 % Stickstoffoxydul und 11.3 % Stickstoff.

<sup>1)</sup> E. BRÉAL, Über das Vorkommen eines aëroben denitrifizierenden Fermentes im Stroh; Ann. agron. I, 18. No. 4, S. 181; Ref. WOLLNY'S Forschungen 1892, Bd. XV, S. 417.

<sup>2)</sup> A. SPRINGER, Ref. Bericht der deutschen ehem. Gesellschaft 1883 Bd. XVI, 1, p. 1228.

<sup>3)</sup> DEHÉRAIN und MAQUENNE, Compt. rend. T. 95, 691 und 732; Ref. KÖNIG, Wie kann der Landwirt den Stickstoffvorrat etc., Berlin 1893, S. 114.

U. GAYON und G. DUPETIT<sup>1)</sup> gelang es, aus dem Erdboden 2 Bacillen in Reinkulturen zu gewinnen, welche beide, der eine energischer, als der andere, Salpeter unter Freiwerden von Stickstoff reduzierten. Beide Mikroorganismen, welche Verfasser *Bacillus denitrificans*  $\alpha$  und  $\beta$  nennen, sind sehr sauerstoffbedürftig und nehmen den Sauerstoff bei Luftabschluss den salpetersauren Salzen, welche mit einem Teil der organischen Substanzen in salpeterhaltiger Nährbouillon zu Kohlensäure und Stickstoff zerlegt werden. In künstlicher Nährlösung (1 l Wasser, 10 g Kaliumnitrat, 7 g Citronensäure, 5 g Asparagin, 5 g Kaliumphosphat, 5 g Magnesiumsulfat, 0.5 g Chlorcalcium, 0.05 g Eisensulfat, 0.02 g Aluminiumsulfat, 0.02 g Natriumsilikat), durch Ammoniak neutralisiert, entwickelte sich nach Impfung mit *Bacillus denitrificans*  $\alpha$  im Gegensatz zu B. d.  $\beta$  Stickstoffoxydul. Bei dem Fortlassen von Asparagin aus der Nährlösung entwickelte B. d.  $\beta$  ebenfalls nur Stickstoff. Die Reduktion des Salpeters trat auch im Boden auf bei Luftabschluss durch Kohlensäure, sie erfolgte jedoch nicht, wenn hinreichend Sauerstoff vorhanden war.

E. GILTAY und J. H. ABERSON<sup>2)</sup> fanden in Wageningen sehr verbreitet in der Luft, im Wasser sowie im Boden einen Mikroorganismus, der sich leicht rein gewinnen liess und imstande war, die Nitrate vollständig zu reduzieren. Die Reinzüchtung gelang leicht aus einer künstlichen Nährlösung (bestehend aus 2 g Kaliumnitrat, 1 g Asparagin, 2 g Magnesiumsulfat, 5 g Citronensäure, 2 g Kaliummonophosphat, 0.02 g Chlorcalcium und einigen Tropfen Eisenchlorid pro 1 l Wasser und neutralisiert durch Kali), welche der Luft exponiert oder mit Erdauszug versetzt war.

R. BURRI und A. STUTZER<sup>3)</sup> gelang es, veranlasst durch eine Mitteilung von WAGNER-Darmstadt, welcher nach seinen

<sup>1)</sup> U. GAYON und G. DUPETIT, Recherche sur la réduction des nitrates par les infiniments petits, Nancy (BERGER-LEVRAULT & Cie.) 1886; Annales de la Science Agron. — L. GRANDREAU, Paris 1886, 256; Ref. KÖNIG, Wie kann der Landwirt etc., Berlin 1893.

<sup>2)</sup> E. GILTAY und J. H. ABERSON, Denitrifizierende Organismen im Boden; Archives Néerlandaises Bd. 25, S. 341; Ref. WOLLNY's Forschungen 1892, Bd. 15, S. 416.

<sup>3)</sup> R. BURRI und A. STUTZER, Über Nitrat zerstörende Bakterien und den durch dieselben bedingten Stickstoffverlust; Centralblatt für Bakterien und Parasitenkunde II, Bd. I, S. 257.

Versuchen zu der sicheren Annahme gekommen war, dass in den Pferdefaeces regelmässig salpeterzerstörende Mikroorganismen vorhanden sind, aus Pferdemist einen Mikroorganismus in Reinkultur zu züchten, welcher in Symbiose mit dem *Bacterium coli commune* in salpeterhaltiger Nährbouillon den Salpeter unter Entbindung von Stickstoff zerstört. Der Mikroorganismus, welchen BURRI und STUTZER *Bacillus denitrificans* I nennen, ist obligat aërob, besitzt abgerundete Enden und ist  $\frac{3}{4} \mu$  dick und  $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2} \mu$  lang. In Salpeterbouillon (3—5 g Salpeter pro l) mit dem *Bacterium coli commune* zusammen verimpft, zerstört er den Salpeter unter Schaumbildung an der Oberfläche der Nährlösung in kurzem vollständig. Ferner prüften Verf. die Versuche BRÉAL's nach und auch hierbei konnten sie einen anderen Bacillus, welchen sie *Bacillus denitrificans* II nennen, isolieren, der noch energischer den Salpeter unter Entwicklung von Stickstoffgas zerstört. Der Bacillus ist  $\frac{3}{4} \mu$  dick und 2—4  $\mu$  lang, beweglich und gedeiht sowohl bei Abschluss als auch bei freiem Zutritt von Sauerstoff. Die Gärwirkung wird bei freiem Sauerstoffzutritt beeinträchtigt. Nach  $2 \times 24$  Stunden ist unter dem Wachstum des Bacillus in 0.3 % Nitratbouillon weder Nitrat noch Nitrit nachzuweisen. Das entwickelte Gas besteht fast nur aus Stickstoff. Es möge hier nur dieser kurze Auszug genügen, da in dem folgenden die Arbeit von BURRI und STUTZER noch vielfach herbeigezogen werden muss. J. SCHIBOKIKH<sup>1)</sup> isolierte ebenfalls einen salpeterzerstörenden Bacillus aus dem Pferdemiste, der sich von dem STUTZER'schen unterscheidet. Der Bacillus ist  $1\frac{1}{2}$ —2 mal so lang, als dick, und wächst in Streptoform zu 2, 4 bis 8 Gliedern zusammen gruppiert. Auf Agar bildet er nur zwei Glieder. Der Bacillus ist beweglich, bildet schnell Sporen und verflüssigt die Gelatine. In 0.25 % Salpeterbouillon zerstört er den Salpeter bei einer Temperatur von 30—35 ° C. in 5—8 Tagen. Seine denitrifizierenden Eigenschaften sind demnach nicht erheblich.

G. AMPOLA und E. GARINO<sup>2)</sup> haben nach dem Vorgang von BURRI und STUTZER versucht, aus Rindermist denitrifizierende Mikroorganismen zu isolieren. Bei der 8. oder 9. Übertragung

<sup>1)</sup> SCHIBOKIKH, Über einen neuen Salpeter zerstörenden Bacillus; Centralblatt für Bakterien- und Parasitenkunde II, Bd. II, S. 204.

<sup>2)</sup> G. AMPOLA und E. GARINO, Über Denitrifikation; Centralblatt für Bakterien- und Parasitenkunde II, Bd. III, S. 309.

fand sich in der vergorenen Kulturflüssigkeit eine Reinkultur von Keimen, so dass es leicht gelang, aus Gelatineplatten ein kleines 1—1.5  $\mu$  langes und 0.1—0.3  $\mu$  dickes Stäbchen zu isolieren. Das Stäbchen unterscheidet sich von dem von BURRI und STUTZER gezüchteten durch eine lebhaftere Beweglichkeit, welche es 8—10 langen und dünnen Geißeln verdankt, die sich an den Seiten und Enden des Stäbchens befinden. Verf. nannten das von ihnen isolierte Stäbchen *Bacillus denitrificans agilis*. Der *Bacillus* ist fakultativ anaërob und gedeiht am besten bei 36° C. Er bildet auf Gelatineplatten nach 48 bis 72 Stunden kleine abgerundete, scharf kontourierte Kolonien mit feinkörnigem Inhalt und von hellgelber Farbe. In Salpeterbouillon findet nach 18—24 Stunden reichliche Entwicklung von Gas statt. Das entwickelte Gas besteht aus Stickstoff und Kohlensäure, letztere etwa zu 15 % des entwickelten Gases. Gegen Säuren verhielt sich der *Bacillus denitrificans agilis* sehr empfindlich.

Soweit uns die einschlägige Literatur zur Verfügung steht, ergibt sich aus den vorstehend kurz wiedergegebenen That- sachen, dass sowohl in der Luft, als im Wasser und im Erd- boden, gewöhnlich Mikroorganismen vorhanden sind, durch welche eine Reduktion der Nitrate vermittelt wird. Diese Reduktion ist bei Anwesenheit gewisser offenbar ziemlich zahl- reicher Arten von Mikroorganismen nur eine teilweise und führt, wie MEUSEL, WARRINGTON, FRANKLAND, HERAEUS und STUTZER nachgewiesen haben, bis zur Bildung von salpetrig- sauren Salzen, bei anderen dagegen ist sie eine vollständige bis zur Entwicklung von freiem Stickstoff. Die Untersuchung- ergebnisse von LEONE, SCHLÖSING, MUNRO, TACKE, LAWES, GILBERT und WARRINGTON, von BRÉAL und SPRINGER sowie von DEHÉRAIN und MAQUENNE weisen alle darauf hin, dass bei der Anwesenheit von Mikroorganismen eine Reduktion der Nitrate bis zur Ent- bindung von Stickstoffgas stattfinden kann, jedoch blieb es zweifelhaft, ob diese Reduktion der Thätigkeit einzelner be- stimmter Arten von Organismen zuzuschreiben oder das Resultat der Lebensäusserung vieler sei. GAYON und DUPETIT haben das Verdienst, zuerst nachgewiesen zu haben, dass es sich bei dieser Reduktion um ganz bestimmte Mikroorganismen handelt. Die beiden von GAYON und DUPETIT aus dem Erdboden ge- züchteten Mikroorganismen zeigten morphologisch und biologisch

Verschiedenheiten, zerlegten aber salpetersaure Salze, wenn auch verschieden energisch, beide selbständig unter Abscheidung von freiem Stickstoff. Ferner züchteten auch GILTAY und ABERSON einen denitrifizierenden Mikroorganismus, der sowohl in der Luft, als im Wasser und in der Erde, sich fand. Leider haben sowohl GAYON und DUPETIT als auch GILTAY und ABERSON die von ihnen isolierten Mikroorganismen nicht genauer beschrieben, so dass eine Vergleichung unmöglich ist und es fraglich bleiben muss, ob sie vielleicht gleiche, bekannte oder unbekannte Mikroorganismen vor sich hatten. Für die rechte Beurteilung der Frage sind erst die Arbeiten von BURBI und STUTZER grundlegend geworden. Die von ihnen aus Stroh und Pferdefaeces isolierten Mikroorganismen sind sowohl auf ihre morphologischen als auch biologischen Eigenschaften eingehend untersucht und beschrieben. Es steht demnach fest, dass sich sowohl im Pferdemist, als im Stroh, und, wie AMPOLA und GARINO nachgewiesen haben, auch im Rindermist besondere bisher nicht bekannte Arten von Mikroorganismen finden, welche salpetersaure Salze unter Abspaltung von freiem Stickstoff energisch zu zersetzen vermögen.

### **I. Denitrifizierende Mikroorganismen des Pferde- und Rindermistes.**

#### **1. Denitrifizierende Mikroorganismen des Pferdemistes.**

Der Versuch, aus dem Pferdemist direkt Reinkulturen von denitrifizierenden Mikroorganismen zu gewinnen, liess frühzeitig die Schwierigkeit erkennen, aus der verhältnismässig grossen Zahl von Mikroorganismen, welche in den Pferdefaeces vorkommen, die gesuchten auszuscheiden. Der beschrittene Weg, die isolierten Mikroorganismen der Reihe nach auf ihr Verhalten dem Salpeter gegenüber durchzuprüfen, führte freilich zu dem Resultat, dass im Pferdemist regelmässig verschiedenartige Mikroorganismen vorhanden zu sein pflegen, welche das salpetersaure Salz in das salpetrigsaure zu reduzieren vermochten, aber die Isolierung von Mikroorganismen, welche die Reduktion weiter führten, speciell den Salpeter unter Abgabe von freiem Stickstoff zerstörten, war wegen der offenbar nur geringen Anzahl der fraglichen Mikroorganismen ein von grossen Zufälligkeiten abhängendes Bemühen, während die Versuchsanordnung nach WAGNER

die sichere Aussicht bot, dass in den Kulturgefäßen speciell die gesuchten Mikroorganismen zu einer üppigen Entwicklung kommen würden.

Demnach wurde in Reagenzröhrchen, welche 10 ccm einer 0,25 procentigen salpeterhaltigen Nährbouillon enthielten, eine kleine Menge frisch abgesetzten Pferdemistes gethan und die Röhrchen im Brutschranke bei 35° C. gehalten. Gleichzeitig wurden zwei Kolben mit 50 g Pferdefaeces, 500 g destilliertem und sterilisiertem Wasser und 1 g Natriumnitrat gefüllt und die mit Watte verschlossenen Kolben bei Zimmertemperatur hingestellt.

In den im Brutschrank gehaltenen Röhrchen zeigten sich bereits nach 24stündigem Stehen an der Oberfläche kleine Gasblasen, welche sich besonders am Glase zu einem feinblasigen Schaum angesetzt hatten. Nach 48 Stunden war der Schaum reichlicher, und gleichzeitig fand sich bei der Prüfung auf Salpeter, dass derselbe aus der Nährlösung verschwunden war. Die Prüfung auf das Vorhandensein von Salpeter geschah mit Schwefelsäure-Diphenylamin. Im weiteren Verlauf der Untersuchungen wurde für den Salpeternachweis immer nur diese Reaktion ausgeführt.

Während gleichzeitig aus den Röhrchen, aus welchen der Salpeter verschwunden war, andere mit 0,25% Salpeterbouillon gefüllte Röhrchen mit einem Tropfen geimpft wurden, wurden auch nach der PÉTRÉ'schen Methode Gelatineplattenkulturen angelegt. Aus den Platten konnten 10 verschiedene Mikroorganismen isoliert werden und zwar:

1. Stäbchen von doppelter Länge als Breite mit mittelständiger Sporenbildung. Kulturen in Gelatine konzentrisch geringelt.
2. Kürzere Stäbchen mit endständiger Sporenbildung.
3. Kurze dicke Stäbchen häufig zu zweien gelagert.
4. Lange Stäbchen in langen Fäden mit endständiger Sporenbildung, Gelatine langsam verflüssigend.
5. Kurze feine Stäbchen mit mittelständiger Sporenbildung. Kulturen bilden auf Gelatine und Agar einen fast durchsichtigen Belag. Langsames Wachstum.
6. Ovoide Bakterien mit heller centraler Lücke, Gelatine verflüssigend.

7. Ovoide Bakterien, welche weisslich glänzende Kulturen in Gelatine bilden, die letztere nicht verflüssigen.
8. Ovoide Bakterien auffällig kleiner, als 6 u. 7, Gelatine nicht verflüssigend; Kulturen auf Gelatine einen schleierartigen Belag bildend mit ausgezackten Rändern.
9. Kokken, weisse, runde Kolonien.
10. Feine Stäbchen, den Rotlaufbacillen ähnelnd. Kulturen auf der Gelatine eine trockene Masse bildend mit leicht gelblichem Farbenton, bei schwacher Vergrösserung ein drusiges oder rosettenartiges Aussehen besitzend.

Mit Ausnahme der unter No. 9 angegebenen Kokken wurden alle auf ihr Verhalten gegen Salpeter geprüft und dazu in einer 0.25 % Salpeterbouillon geimpft. Die Kulturflüssigkeit der mit No. 5 und 7 geimpften Röhren gab nach 24 Stunden die Nitritreaktion (Nachweis durch Jodstärkekleister und Essigsäure), die mit No. 10 geimpften Röhren zeigten auf der Oberfläche der Bouillon kleine Gasbläschen. Nach weiteren 24 Stunden war die Gasansammlung auf der Oberfläche der Bouillon reichlicher, der Salpeter war verschwunden. Die mit 5 und 7 geimpften Röhren zeigten während einer Beobachtungszeit von 14 Tagen keine andere Erscheinung, als die schon nach 24 Stunden beobachtete Nitritreaktion. Mit den sub 10 angegebenen Stäbchen waren auch Gelatinestichkulturen angelegt. Entlang des Stichkanals zeigten sich nach etwa 8 Tagen Gasblasen, die einige Tage später ziemlich reichlich auftraten. Diese auffällige Erscheinung erklärte sich im Verfolg der weiteren Untersuchung daraus, dass die zur Nährgelatine verwendete Gelatine verhältnismässig stark salpeterhaltig war. Diese Thatsache, die geeignet war, zu Trugschlüssen zu verleiten, gab uns in der Folge einen Fingerzeig, für die Isolierungszwecke schwach salpeterhaltige Gelatine zu verwenden, und zwar mit bestem Erfolg.

Es war demnach gelungen, aus dem Pferdemit 2 Mikroorganismen und zwar Stäbchen und ovoide Bakterien in Reinkultur zu gewinnen, welche Nitrate zu Nitrit zu reduzieren vermochten, sowie besonders auch feine Stäbchen zu züchten, welche in salpeterhaltiger Bouillon den Salpeter gänzlich zerstörten, und zwar unter Entwicklung von Gas, das ganz ähnlich, wie nach der Übertragung von kleinen Mengen von Pferdemit, in Salpeterbouillon auf der Oberfläche der Bouillon sich unter Bildung eines feinblasigen Schaumes ansammelt.

Eine Vergleichung der von uns isolierten Mikroorganismen mit den von BURRI und STUTZER gefundenen ergab, dass die von genannten Autoren aus dem Pferdemit gezüchteten denitrifizierenden Bakterien nicht mit den unsrigen identisch waren, dass aber eine grosse Ähnlichkeit bestand mit den aus Stroh isolierten. Es kam nunmehr zunächst darauf an, die Untersuchungen in der Richtung weiter zu führen, um möglichst auch den von STUTZER aus dem Pferdemit isolierten Mikroorganismus aufzufinden. Zu diesem Zwecke wurden die mit salpeterhaltigem Wasser und Pferdemit angesetzten Kolben A und B benutzt. In beiden Kolben hatte sich gleichmässig 3 Tage nach dem Ansetzen Gasentwicklung gezeigt, welche bis zum 7. Tage allmählich stärker geworden war, um dann nachzulassen. Am 7. Tage war der Salpeter in den Kolben verschwunden. Nach Zugabe von 1 g pro Kolben trat nach 24 Stunden wieder lebhaft Gasbildung auf, und nach 60 Stunden war kein Salpeter mehr in der Flüssigkeit nachzuweisen. Es wurden nun nach dem Vorgang von BURRI und STUTZER frische Röhren mit Salpeterbouillon aus jedem Kolben mit je einem Tropfen geimpft und, sobald der Salpeter vergoren war, weiter in frische Salpeterbouillon-Röhren übertragen. Bei diesen Versuchen wurde beobachtet, dass die aus dem Kolben B beschickten Röhren im Gegensatz zu den anderen etwas später die Entwicklung von Gas zeigten und dass in diesen auch der Salpeter nicht so frühzeitig zum Verschwinden gebracht wurde. Diese Verzögerung betrug nach der ersten Übertragung 24 Stunden. Nach der fünften Übertragung wurden aus den eben vergorenen Röhren PETRI'sche Schalen gegossen. In den Platten der aus A weitergeimpften Röhren waren 3 Arten von Kolonien zu unterscheiden, und zwar solche mit Verflüssigung der Gelatine, ferner weissliche, glänzende, scharf umschriebene und weiter besonders zahlreich kleine gelbliche, nur langsam wachsende. Die letzteren hatten nach 14 Tagen auf der Oberfläche der Gelatine eine ca. 1 mm im Durchmesser haltende zusammenhängende, zähe, gelbliche Masse gebildet, die sich nur im Zusammenhang abheben liess. In den beiden zuerst genannten Kolonien fanden sich ovoide Bakterien, während die anderen feine Stäbchen enthielten. Sowohl die Kolonien, als die Form der Stäbchen, liess keinen Zweifel, dass es sich um dieselben schon früher isolierten salpeterzerstörenden Mikroorganismen handelte. Eine Übertragung in



Salpeterbouillon war dann auch von dem Erfolg, dass der Salpeter unter Schaumbildung in 48 Stunden zerstört wurde. Die aus den weissen und aus den verflüssigten Kolonien gezüchteten Mikroorganismen hatten, abgesehen von dem Vermögen der aus den weissen Kolonien isolierten, Nitrat zu Nitrit zu reduzieren, keinen Einfluss auf Salpeter, auch nicht, wenn sie zusammen in Salpeterbouillon verimpft wurden.

Die Verzögerung in der salpeterzerstörenden Wirkung der aus Kolben B weitergeimpften Röhren liess vermuten, da doch die Kulturverhältnisse, Nährboden und Temperatur die gleichen gewesen waren, dass es sich hier wohl um andere Mikroorganismen handeln möchte, und es wurden demgemäss nach der fünften Übertragung auch aus diesen Röhren Platten gegossen. Am zahlreichsten kamen in den Platten Kolonien zur Entwicklung, die einen dünnen schleierartigen Belag von mattem Glanz auf der Oberfläche der Gelatine bildeten. Der Rand der Kulturen war gezackt. Neben diesen fanden sich weniger zahlreich scharf begrenzte Kulturen, die auf der Oberfläche sich halbkugelig erhoben und ein weisslich glänzendes Aussehen hatten, sowie ferner ausserdem noch die Gelatine verflüssigende Kolonien. Nach der mikroskopischen Untersuchung fanden sich in allen drei Arten von Kolonien ovoide Bakterien, von denen die aus den schleierartigen, mattglänzenden Oberflächenkolonien auf den ersten Blick als die kleinsten angesprochen werden mussten. Ausstriche auf schräg erstarrten Agar hatten in 24 Stunden im Brutschrank üppige Kulturen entwickelt, und aus diesen wurden nun Röhren mit 0.25 % Salpeterbouillon mit je 2 Ösen beschickt und zwar:

2	Salpeterbouillon (0.25 %)	+ a	(aus oberflächlich schleierartiger Kolonie),
2	"	+ b	(aus oberflächlich halbkugelig weisser Kolonie),
2	"	+ c	(aus verflüssigten Kolonien),
2	"	+ a + b,	
2	"	+ a + c,	
2	"	+ b + c.	

Nach 24stündigem Stehen im Brutschrank bei 35° C. zeigten die beiden mit a + b beschickten Röhren wenige Gasblasen auf der Oberfläche der Nährlösung, nach weiteren 24 Stunden eine dicke Schaumschicht, und gleichzeitig ergab die Prüfung auf Salpeter, dass derselbe verschwunden war. Aber nach 2 × 24 Stunden fand sich auch in den mit a und a + c geimpften Röhren Gasentwicklung, und aus ihnen war am

folgenden Tage der Salpeter ebenfalls verschwunden. Nach dem Ausfall dieses Versuches musste demnach angenommen werden, dass, wenn die mit a bezeichnete Agarkultur nicht verunreinigt war durch andere Bakterien, es gelungen war, in ihr die fraglichen Mikroorganismen gefunden zu haben. Durch eine mikroskopische Untersuchung der betr. Kultur liess sich diese Frage nicht allein erledigen, da es sich um Unterschiede zwischen ovalen Bakterien handelte, die auffällige Verschiedenheiten mikroskopisch nicht erkennen liessen. Es mussten daher aus der mit a bezeichneten Kultur nochmals Platten angelegt werden. In der That ergab sich dann, dass diese Kultur keine Reinkultur darstellte und verunreinigt war mit den in b gezüchteten, auf der Oberfläche der Gelatine halbkugelig weisse Kolonien bildenden Bakterien. Aus den neugewonnenen Agarkulturen wurden nunmehr noch einmal zur Wiederholung des vorigen Versuchs Röhrrchen mit Salpeterbouillon beschickt. Das Ergebnis ist aus der folgenden Tabelle zu ersehen:

				Nach 24 Stunden	Nach 48 Stunden	Nach 72 Stunden
2	Salpeterbouillon (0.25 %)	+	a	—	—	—
2	"	"	b	Nitritreaktion	Nitritreaktion	Nitritreaktion
2	"	"	c	—	—	—
2	"	"	a + b	Gas- entwicklung	Schaum, Salpeter verschwunden	—
2	"	"	a + c	—	—	—
2	"	"	b + c	Nitritreaktion	Nitritreaktion	Nitritreaktion

Unter dem gleichzeitigen Wachstum von den aus a und b geimpften Mikroorganismen in salpeterhaltiger Nährbouillon wurde demnach ebenfalls der Salpeter unter Entbindung von freiem Stickstoff zerstört, während beide für sich in salpeterhaltige Nährbouillon übertragen diese Wirkung nicht zu entfalten, die Mikroorganismen der unter b bezeichneten Röhrrchen für sich allein jedoch den Salpeter zu Nitrit zu reduzieren vermögen.

Als Resultat der beiden Versuchsreihen ergibt sich demnach, dass im Pferdemit Mikroorganismen vorhanden sind, welchen beim Wachstum in salpeterhaltiger Nährbouillon die Fähigkeit zukommt, den Salpeter unter Abgabe von freiem Stickstoff zu zerstören, und zwar:

1. Mikroorganismen, welche diese Wirkung selbständig zu entfalten vermögen, und
2. Mikroorganismen, welchen in Verbindung mit anderen Nitrat zu Nitrit reduzierenden die gleiche salpeterzerstörende Eigenschaft zukommt.

Beide Arten von Mikroorganismen können sich gleichzeitig nebeneinander im Pferdemist vorfinden, denn das Ausgangsmaterial für die angegebenen Versuche stammte von demselben frisch abgesetzten Kote.

## 2. Denitrifizierende Mikroorganismen des Rindermistes.

In den Rinderfaeces scheinen denitrifizierende Mikroorganismen nicht konstant vorzukommen. Von 10 verschiedenen Proben frisch abgesetzten Kuhmistes, welche der Gärungsprobe in Salpeterbouillon unterworfen wurden, zeigten nur 4 denitrifizierende Eigenschaften. Aus zwei Proben konnten die spezifischen Mikroorganismen isoliert werden. Der Isolierungsversuch wurde jedesmal erst vorgenommen, wenn eine wiederholte Überimpfung aus den vergorenen Röhrchen in frische stattgefunden hatte.

Wir können BURRI und STUTZER bestätigen, dass bei der wiederholten Überimpfung unzweifelhaft eine Reihe anderer Mikroorganismen zu Grunde gehen, wodurch die Reinzüchtung nicht unwesentlich erleichtert wird. Bei der Besichtigung der Platten fiel auf den ersten Blick die grosse Ähnlichkeit der gewachsenen Kolonien mit den bei dem zweiten Isolierungsversuch aus Pferdemist gewachsenen auf. Abgesehen von längeren Stäbchen in ganz vereinzelt Kolonien liessen sich drei Arten von Kolonien unterscheiden und zwar: verflüssigende mit ovalen Bakterien, weissglänzende, umschriebene, die Galatine nicht verflüssigende mit ovalen Bakterien und endlich Oberflächenkolonien von mattglänzendem Aussehen und ausgebuchteten Rändern ebenfalls mit ovoiden Bakterien, die aber auffällig kleiner waren, als die beiden anderen Arten. Die Vermutung, dass es sich um ganz ähnliche oder dieselben Mikroorganismen handele, wie im Pferdemist, wurde durch den Gärungsversuch bestätigt. Auch hier blieben die Mikroorganismen aus den verflüssigten Kolonien für die Denitrifikation bedeutungslos. Die beiden anderen verursachten zusammen in Salpeterbouillon verimpft unter Gasentbindung die Zerstörung des zugesetzten Salpeters. Die

Bakterien aus den weissglänzenden Kolonien reduzierten im Gegensatz zu den andern in ganz gleicher Weise, wie die aus dem Pferdemist isolierten Nitrat zu Nitrit. Eine weitere Vergleichung der Kulturen und Mikroorganismen liess endlich keinen Zweifel, dass die aus den Rinderfaeces isolierten Mikroorganismen identisch waren mit den bezw. aus den Pferdefaeces gezüchteten Arten.

Bei Nachprüfung der Versuche von AMPOLA und GARINO habe ich mich ebenfalls an das von BURRI und STUTZER gegebene Mischungsverhältnis gehalten, aber im Gegensatz zu AMPOLA und GARINO und in Übereinstimmung mit den früher angestellten Versuchen gefunden, dass das Vorkommen von denitrifizierenden Mikroorganismen im Rindermist kein konstantes ist. Auch ist es mir nicht gelungen, bei verschiedenen Isolierungsversuchen andere, als die vorerwähnten Mikroorganismen, zu finden.

### 3. Denitrifizierende Mikroorganismen des Strohs.

BRÉAL hatte festgestellt, dass auf dem Stroh und Luzerneheu ein salpeterzerstörendes Ferment vorkommt. BURRI und STUTZER prüften die Versuche BRÉAL's nach und konnten auch einen Mikroorganismus isolieren, der im hohen Masse das Vermögen besitzt, Salpeter unter Entbindung von Stickstoff zu zerstören. Zur Nachprüfung der Versuche BRÉAL's und STUTZER's wurden je 5 g zerkleinertes Roggen- resp. Haferstroh in eine Glaskolben mit 200 g destilliertem und zuvor noch sterilisiertem Wasser von 0.25 % Salpetergehalt gethan. Die mit Watte verschlossenen Kolben wurden in den Thermostaten bei 35° C. gehalten. Nach 24 Stunden zeigten sich in beiden Kolben Gasblasen, besonders die Strohpartikelchen an der Oberfläche der Flüssigkeit waren von zahlreichen kleinen Blasen umlagert. Die Gasentwicklung hielt 6 Tage an, steigerte sich aber niemals bis zur Bildung von Schaum. Am 6. Tage gab auch die Flüssigkeit aus beiden Kolben keine Salpeterreaktion mehr. Es wurde nun 1 Tropfen Flüssigkeit aus den Kolben in Röhrchen mit 0.25 % Salpeterbouillon übertragen. Nach Verlauf von etwa 24 Stunden stand an der Oberfläche der Bouillon aller Röhrchen eine dicke Schicht weissen, feinblasigen Schaumes, und der Salpeter war aus der Bouillon verschwunden. Aus diesen Röhrchen wurden Plattenkulturen angelegt. Aus den Platten liessen sich

ausser einigen gegen Salpeter indifferenten Arten von Mikroorganismen feine Stäbchen isolieren. Die Kolonien dieser Stäbchen waren in den Platten am häufigsten vertreten, und Oberflächenkolonien zeigten mit den aus dem Pferdemit zuerst isolierten Stäbchen eine überraschende Ähnlichkeit. Sie haben ein drusig rosettenartiges Aussehen von leicht gelblicher Farbe und bilden eine zusammenhängende, trockene Masse, die sich von der Gelatine nur in toto abheben lässt. Die Grössenverhältnisse der fragl. Mikroorganismen, ihr eigentümliches Wachstum auf Gelatine und Agar stimmten in allem so sehr mit dem zuerst aus Pferdemit isolierten überein, dass ihre Identität nicht in Frage gestellt werden konnte.

#### **Morphologisches und Kulturelles.**

Durch die Versuche, aus Pferde- und Rinderfaeces sowie aus Stroh denitrifizierende Mikroorganismen in Reinkultur zu gewinnen, ist es gelungen, aus dem Pferdemit zwei Arten zu züchten, von welchen die eine für sich allein, die andere jedoch nur in Symbiose mit einem anderen Mikroorganismus den Salpeter zerstört. Die aus dem Rindermist gezüchteten d. Bakterien sind identisch mit den symbiotischen des Pferdemit, die aus dem Stroh gezüchteten mit der anderen aus dem Pferdemit gezüchteten Art.

#### **A. Beschreibung der aus Stroh und Pferdemit isolierten Mikroorganismen.**

Dieselben sind feine schlanke Stäbchen, welche nach ihrem mikroskopischen Aussehen eine gewisse Ähnlichkeit mit den Rotlaufbacillen besitzen, 3 bis 4 mal so lang, als breit, und meist einzeln, selten zu zweien aneinander gelagert sind. Aus frischen Kulturen im hangenden Tropfen untersucht, zeigen sie eine lebhaftige Eigenbewegung. Sporen wurden nicht beobachtet.

Gelatineplattenkulturen: Das Wachstum ist ein langsames. Nach 2 bis 3 Tagen erscheinen feine, kleine, gelbliche Pünktchen, welche nach 2 bis 3 Tagen bei schwacher Vergrösserung ein feinkörniges Gefüge erkennen lassen. Nach 8 bis 10 Tagen zeigen die Tiefenkulturen, abgesehen von dem feinkörnigen Aussehen, noch feine zackige Wülste und Erhabenheiten. Die Oberflächenkolonien haben zu dieser Zeit ein sehr charakteristisches Aussehen. Sie haben eine Grösse bis zu 1 mm

Durchmesser, erheben sich wulstig über die Oberfläche der Gelatine, besitzen eine gelbliche Farbe und auffällig trockene Beschaffenheit, lassen sich nur im ganzen von der Gelatine abheben und wegen ihrer Zähigkeit schwer verreiben. Die Konturen sind ausgebuchtet und die Kolonie durch wulstig unregelmässig verlaufende Rippen in Felder zerlegt. Bei schwacher Vergrösserung haben sie ein drusig oder traubenförmiges Aussehen und sind fein gekörnt.

**Gelatinestichkultur:** Spärliches Wachstum entlang des Stichkanals; auf der Oberfläche von der Einstichöffnung sich langsam über einen grossen Teil der Gelatine ausbreitend, eine trockene, gelbliche, durch wulstige Rippen gefelderte Masse bildend. In 0.1 % Salpetergelatine nach  $2 \times 24$  Stunden entlang des Stichkanals Gasproduktion.

**Gelatinestrichkultur:** Gelbliche, trockene Masse mit feinkörniger Oberfläche.

**Agarstichkultur:** Geringes Wachstum entlang des Stichkanals. Auf der Oberfläche eine gelbliche, anfangs trockene, später etwas feuchtere und weniger konsistente körnige oder auch wulstige Masse bildend.

**Agarstrichkultur:** Bei Bruttemperatur innerhalb 24 Stunden einen gelblichen, feingekörnten, trockenen Belag bildend, der später feuchter und weniger zähe erscheint. Einzelkolonien zeigen rosettenartiges Aussehen, sind durch rippenartige Wülste gefeldert, am Rande ausgebuchtet und leicht gewulstet. Späterhin verschwinden auch die Wülste und die Kolonie wird mehr glatt und glänzend.

**Bouillonkulturen:** Trübung der Bouillon und Bildung eines zähen, weisslichen Bodensatzes, der sich beim Schütteln nicht in der Bouillon gleichmässig verteilt, sondern als zähe zusammenhängende Masse aufwirbelt.

In salpeterhaltiger Bouillon unter Entwicklung von Gas wachsend, während der Salpeter zerstört wird.

**Kartoffelkulturen:** Gelblicher, trockener, feingekörnter Belag, der später in den centralen Abschnitten eine bräunliche Farbe und eine mehr schleimige Konsistenz annimmt.

**Pathogenität:** Subkutane Impfung von Mäusen und Kaninchen war erfolglos.

Vergleicht man die kulturellen Eigentümlichkeiten des aus Pferdemit und Stroh gezüchteten Mikroorganismus mit dem

STUTZER'schen *Bacillus denitrificans* II, so ist eine grosse Ähnlichkeit nicht zu verkennen. Jedoch scheint der von uns isolierte Mikroorganismus schlanker als der *B. denitrificans* II zu sein, die Kulturen trockener und weniger gewulstet, was auch besonders in den Kartoffelkulturen sich kund gab. Letztere zeigten auch nicht das fleischfarbig bis pfirsichrote Aussehen. Ein ganz auffälliger Gegensatz trat aber in salpeterhaltigen Nährlösungen hervor. Niemals konnte bei dem Denitrifikationsprozess als Zwischenprodukt Nitrit in der Lösung nachgewiesen werden. Trotz häufiger und stündlich wiederholter Prüfungen bis zum vollständigen Verschwinden des Salpeters war Nitrit nicht nachzuweisen. Dieses abweichende Verhalten von dem *B. denitrificans* II (STUTZER) drängt zu der Annahme, dass die fragl. Mikroorganismen nicht identisch sind, während andererseits die übrigen Wachstumsverhältnisse nicht durchaus gegen diese Annahme sprechen. Es erscheint mir daher wahrscheinlich, dass es sich um Varietäten einer Art handelt.

#### B. Beschreibung der aus Pferde- und Kuhmist isolierten Mikroorganismen.

##### 1. Als A und a bisher bezeichnete Mikroorganismen.

Kleine ovoide Bakterien, etwa noch einmal so lang als breit, häufig Kokken ähnlich mit lebhafter Eigenbewegung. Im hängenden Tropfen häufig zu zweien und mehreren an einander gegliedert. Sporen niemals beobachtet.

Gelatineplattenkulturen: Innerhalb 4 Tagen kleine, durchsichtige, wasserklare, tropfenähnliche Oberflächenkolonien, die nach einigen Tagen einen mattglänzenden, durchsichtigen, dünnen, häutchenartigen Belag bilden. Die Kolonien breiten sich nach der Fläche aus und erreichen in 8 Tagen die Grösse bis zu 1 cm Durchmesser. Die Ränder sind zierlich ausgebuchtet; die Mitte der Kolonie erscheint schwach vertieft. Tiefenkolonien von gelblicher Farbe sonst wenig charakteristisch.

Gelatinestichkulturen: Entlang des Einstiches spärliches Wachstum als weisslicher Streif. Auf der Oberfläche als mattglänzender weisslicher Belag, der sich allmählich nach den Seiten ausbreitet.

Gelatinestrichkulturen: Anfangs fast durchsichtiger, mattglänzender, später milchigweisser Belag. Ränder ausgebuchtet und fein gezähgelt.

**Agarstichkulturen:** Nur in den obersten Partien des Stichkanals Bildung eines weisslichen Streifs. Die Agaroberfläche bedeckt sich in 24 Stunden bei 35° C. mit einem mattglänzenden, graulichen Belag.

**Agarstrichkulturen:** Entlang des Striches in 24 Stunden bei 35° C. ein dünner hautartiger Belag von grauer Farbe und eigenartig mattem fettigen Glanz. Auf dem Kondenswasser ein dünnes irisierendes Häutchen.

**Bouillonkulturen:** Gleichmässige Trübung der Bouillon, später Bildung eines weisslichen lockeren Bodensatzes und auf der Oberfläche eines dünnen fettglänzenden Häutchens.

**Kartoffelkulturen:** Schmutzig weisser bis gelblicher, feuchtglänzender Belag.

**Pathogenität:** Subkutane Impfung war bei Mäusen und Kaninchen ohne Erfolg.

## 2. Als B und b bisher bezeichnete Mikroorganismen.

Ovoide Bakterien oder Kurzstäbchen mit abgerundeten Enden, grösser als die vorigen, mit träger Eigenbewegung. Sporenbildung nicht beobachtet.

**Gelatineplattenkulturen:** Gelatine wird nicht verflüssigt, Tiefenkolonien gewöhnlich kugelförmig und von weisser Farbe. Oberflächenkolonien anfangs halbkugelig, später breitet sich die weissglänzende Kolonie nach der Fläche aus und zeigt entweder eine konzentrische Ringelung oder auch eine unregelmässige zierliche Felderung. Die äusseren Randabschnitte sind entsprechend den Feldern ausgebuchtet und gelappt.

**Gelatinestichkulturen:** Weisslicher, nach der Tiefe an Stärke abnehmender Streif. Auf der Oberfläche weissglänzender, sich langsam ausbreitender, gefeldeter und an den Rändern gelappter Belag, ähnlich demjenigen der Plattenkulturen.

**Gelatinestrichkulturen:** Grauweisser, saftigglänzender Belag, der sich nach den Seiten langsam ausbreitet und an den Randpartien lappig ausgebuchtet ist.

**Agarstichkulturen:** Spärliches Wachstum entlang des Stichkanals, auf der Oberfläche als weisser, glänzender, feuchter Belag.

**Agarstrichkulturen:** Dicker, grauweisser, glänzender Belag von schleimiger Konsistenz.



**Bouillonkulturen:** In 24 Stunden bei 35° C. gleichmässige Trübung, dabei nimmt die Bouillon eine schleimige, zähflüssige Konsistenz an. Eine Haut wird auf der Oberfläche nicht gebildet, dagegen entsteht am Glase im Niveau der Oberfläche der Bouillon ein weisslicher Ansatz, der das Glas ringartig umläuft.

**Kartoffelkulturen:** Üppiger, glänzender, gelblich bräunlicher Belag.

**Pathogenität:** Subkutane Impfung von weissen Mäusen und Kaninchen verlief negativ. Bei intraperitonealer Impfung eines Kaninchens trat der Tod am 3. Tage nach der Impfung ein.

Bei Vergleichung der kulturellen Eigenschaften dieser Mikroorganismen mit dem *Bacterium coli commune* muss die grosse Ähnlichkeit beider auffallen. Auch BURRI und STUTZER fanden, dass der eine der beiden Mikroorganismen identisch war mit dem *B. c. c.* Um die Frage zu erledigen, ob der als *B. resp. b* bezeichnete Mikroorganismus thatsächlich das *Bact. c. c.* sein möchte, wurde folgender vergleichender Versuch mit einer Kultur des *Bact. c. c.* angestellt.

	12 Stunden	24 Stunden	36 Stunden
2 Salpeterbouillon (0.1%) + A.	trübe	trübe	trübe
2 " " + B.	trübe	trübe	trübe
2 " " + B. c. c.	} Nitritreaktion	Nitritreaktion	Nitritreaktion
2 " " + A. u. B.	} feinblasiger Schaum	feinblasiger Schaum	—
2 " " + A. u. B. c. c.	} Nitritreaktion	weder Nitrit- noch Nitritreaktion	—
2 " " + B. u. B. c. c.	Nitritreaktion	Nitritreaktion	Nitritreaktion
2 Traubenzuckerbouillon + A.	trübe	trübe	trübe
2 " " + B.	} Gasblasen	Schaum	—
2 " " + B. c. c.			
2 sterilisierte Milch + A.	—	—	—
2 " " + B.	—	koaguliert	—
2 " " + B. c. c.	—	"	—

Nach dieser Versuchsreihe war demnach ein Unterschied zwischen dem *Bacterium coli commune* und dem aus Pferde- und Rindermist gezüchteten, als *B.* bezeichneten Mikroorganismus nicht hervorgetreten. Letzterer koaguliert wie das *B. coli c.*

Milch, vergärt Traubenzucker und reduziert Nitrat zu Nitrit. Mit A. zusammen in Salpeterbouillon verimpft, zerstören sie gleichmässig den Salpeter unter Gasentwicklung. Abweichend verhielt sich der als B. bezeichnete Mikroorganismus jedoch von dem B. coli c. dadurch, dass er die Indolreaktion nicht gab. Wenn demnach der fragl. Mikroorganismus nicht durchweg die typischen Eigenschaften des B. c. c. zeigt, so muss er nach seinem Gesamtverhalten doch der Coligruppe zugerechnet werden. Dass der von BURRI und STUTZER isolierte und ebenfalls als Bact. coli angesprochene Mikroorganismus im Gegensatz zu dem von uns gezüchteten eine lebhaftere Beweglichkeit zeigte, kann wohl nicht als ausschlaggebendes Unterscheidungsmerkmal angesehen werden, besonders wenn man berücksichtigt, dass das B. coli c. überhaupt nicht konstant in seinem Verhalten zu sein scheint.

Auch der andere hier in Frage kommende Mikroorganismus (A) stimmt nach seinen kulturellen Eigenschaften mit dem von BURRI und STUTZER als Bacillus denitrificans I bezeichneten in den wesentlichsten Punkten überein. Ein auffälliger Unterschied machte sich jedoch in der Beweglichkeit bemerkbar, die bei dem von uns gezüchteten Mikroorganismus eine ausserordentlich lebhaftere war. Weiterhin kann ich auch für den von uns gezüchteten Mikroorganismus das von BURRI und STUTZER beschriebene auffällige Wachstum in Gelatineplatten nicht voll bestätigen, wonach dem Bacillus denitrificans I „trotz des ausgesprochenen O-Bedürfnisses das Vermögen fehlt, an der Oberfläche der Gelatine vom einzelnen Keim ausgehend eine Kolonie zu bilden“. Nach dem gewöhnlichen Plattenverfahren wurden ebenso reichlich Oberflächen- als Tiefenkolonien gebildet, sowie auch in schönster Weise Oberflächenkolonien erzielt, wenn ein Tröpfchen Kulturaufschwemmung auf erstarrte Gelatine gebracht und durch drehende Bewegungen auf der Oberfläche ausgelassen war. Nach dem im übrigen ganz ähnlichen und charakteristischen Wachstum scheint es jedoch nicht fraglich, dass der von uns als A bezeichnete Mikroorganismus mit dem Bacillus denitrificans I von BURRI und STUTZER identisch ist.

Wie BURRI und STUTZER konnten auch wir demnach feststellen, dass im Pferde- und Rindermist ein Mikroorganismus sich findet = Bacillus denitrificans I (STUTZER), der in Symbiose mit dem Bacterium coli commune den Salpeter unter Abspaltung

von freiem Stickstoff zersetzt. Bei dem getrennten Wachstum in Salpeterbouillon tritt die interessante Erscheinung hervor, dass der *Bacillus denitrificans* I den Salpeter vollkommen unverändert lässt, während das *Bacterium coli* Nitrat zu Nitrit reduziert. Aber auch in Nitritbouillon tritt durch den *Bacillus denitrificans* I keine Reduktion ein, wie das vielleicht hätte vermutet werden können; der B. d. I lässt vielmehr bei seinem alleinigen Wachstum in nitrat- oder nitrithaltigen Nährlösungen die Nitrate und Nitrite vollkommen unbeeinflusst. BURRI und STUTZER sind der Ansicht, dass der B. d. I durch Entziehung von Sauerstoff aus dem Nährmedium das *B. coli* veranlasse, das Salpetermolekül anzugreifen, und stützen diese Ansicht auf einen Versuch, bei dem sie das *B. coli* in Salpeterbouillon unter Luftabschluss durch Wasserstoff züchteten, und wobei sie fanden, dass das *B. coli* das Nitrat zu Nitrit reduzierte. Es ist aber bekannt und unsere Versuche bestätigen diese Thatsache, dass das *B. coli* überhaupt die Fähigkeit besitzt, Nitrat zu Nitrit zu reduzieren.

Würde die Sauerstoffentziehung des Nährbodens aber die Ursache für die Reduktion sein, so lässt sich nicht recht einsehen, weshalb das *Bact. coli* bei Luftabschluss dieselbe einmal eingeleitet nicht auch weiter führte, als bis zur Bildung von Nitrit. Andererseits war es auch nicht möglich, den B. d. I durch andere Mikroorganismen zu ersetzen, was man ebenfalls wohl hätte erwarten können, wenn das Sauerstoffbedürfnis des *B. coli* allein als die Ursache der Denitrifikationsprozesse aufzufassen sei.

#### Verhalten bei wechselndem Sauerstoffzutritt.

In dem Verhalten der beiden Arten denitrifizierender Mikroorganismen bei Luftabschluss treten nach den diesseitigen Versuchen keine Abweichungen auf. Bei Luftabschluss durch Kohlensäure tritt bei beiden kein Wachstum ein, wie das von vornherein anzunehmen war. Bei Luftabschluss durch Wasserstoff wird der Salpeter nicht anders vergoren, als bei Luftzutritt. Bei reichlicher Luftzufuhr war in dem Verhalten der beiden Arten dem Salpeter gegenüber ein Unterschied zu beobachten. Es wurden Schalen und ERLÉNMEYER'sche Kölbchen mit verschiedenen Bouillonmengen gefüllt, so dass in den flachen Schalen nur der Boden eben bedeckt war und in verschiedensten

Stufen die Flüssigkeitshöhe sich steigerte, die Oberfläche aber kleiner wurde. In allen mit B. d. II geimpften Schalen verlief die Salpetergärung ganz gleichmässig, ein Einfluss rücksichtlich des grösseren oder geringeren Luftzutrittes war nicht zu beobachten. Die mit B. d. I geimpften Schalen zeigten in den mit reichlichem Luftzutritt eine Verzögerung in der Vergärung. Im Einklang mit diesen Versuchen standen weiterhin noch andere, bei welchen Luft durch die Kolben gesogen wurde. Eine auffällige Beschleunigung oder Verzögerung in dem Denitrifikationsprozess wurde auch hierbei für den B. d. II nicht festgestellt, dagegen eine Verzögerung für den B. d. I. Die diesseitigen Versuche stimmen demnach mit den STUTZER'schen nicht überein. Beide Arten von Mikroorganismen zerstören den Salpeter demnach ganz gleichmässig bei Luftabschluss; bei reichlicher Luftzufuhr erleidet hingegen der Denitrifikationsprozess durch den B. d. I eine Hemmung. BURRI und STUTZER sprechen sich für den B. d. II dahin aus, dass er überhaupt nur bei Luftabschluss den Salpeter vergäre, wozu er sich die nötigen Bedingungen teils durch Haut-, teils durch Schaumbildung an der Oberfläche der Nährflüssigkeit verschaffe. Zu dieser Ansicht berechtigen unsere Versuche nicht, denn in flachen Schalen mit einer geringen Flüssigkeitsmenge und grosser Oberfläche ging die Denitrifikation gerade so von statten, als in hohen Gefässen, während doch die Möglichkeit der Bildung einer Haut und ebenso die Ansammlung von Gas auf der Oberfläche als deckende Schaumschicht vollständig ausgeschlossen ist.

#### Verhalten bei steigenden Nitratgaben und in künstlicher Nährlösung.

Beide Arten von Mikroorganismen wurden in Röhrcchen geimpft mit Bouillon und GILTAY'scher Nährflüssigkeit von verschiedenem Salpetergehalt und zwar steigend von 0.1% um 0.1% bis zu 1.0%.

(Siehe Tabelle Seite 88.)

Die Röhrcchen wurden 8 Tage im Brutschrank stehen gelassen und täglich geprüft; das Resultat blieb dasselbe, wie in der Tabelle angegeben. Danach vergärt der aus Stroh und Pferdemit isolierte Mikroorganismus (STUTZER's B. d. II) den Salpeter in Bouillon und künstlicher GILTAY'scher Nährlösung fast gleichmässig stark, und zwar innerhalb 3 Tagen 0.8 resp. 0.6%. Während auch in den Röhrcchen mit höherem Prozent-

	Aus Stroh und Pferdemit Bacterium denitrificans II (STRUZZER)			Aus Pferde- und Bindermit Bacterium coli + B. denitr. I (STRUZZER)			4. Tag
	24 Stunden	48 Stunden	72 Stunden	24 Stunden	48 Stunden	72 Stunden	
2 Bouillon 0.1 % KNO <sub>3</sub>	Salpeter vergoren	Salpeter vergoren	Salpeter vergoren	Salpeter vergoren	Salpeter vergoren	Salpeter vergoren	Salpeter vergoren
2 " 0.2 " "							
2 " 0.3 " "	Salpeter vergoren	Salpeter vergoren	Salpeter vergoren	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion
2 " 0.4 " "							
2 " 0.5 " "	Schaum, Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion
2 " 0.6 " "							
2 " 0.7 " "	Schaum, Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion
2 " 0.8 " "							
2 " 0.9 " "	Schaum, Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion
2 " 1.0 " "							
2 GUTRAY 0.1 " "	Schaum, Salpeter vergoren	Schaum, Salpeter vergoren	Schaum, Salpeter vergoren	Schaum, Salpeter vergoren	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion
2 " 0.2 " "							
2 " 0.3 " "	Schaum, Salpeter vergoren	Schaum, Salpeter vergoren	Schaum, Salpeter vergoren	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion
2 " 0.4 " "							
2 " 0.5 " "	Gasblasen Salpeter- reaktion	Schaum, Salpeter- reaktion	Schaum, Salpeter- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion
2 " 0.6 " "							
2 " 0.7 " "	Schaum, Salpeter- reaktion	Schaum, Salpeter- reaktion	Schaum, Salpeter- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion
2 " 0.8 " "							
2 " 0.9 " "	Schaum, Salpeter- reaktion	Schaum, Salpeter- reaktion	Schaum, Salpeter- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion	Schaum, Nitrit- und Nitrat- reaktion
2 " 1.0 " "							

satz Salpeter Wachstum unter Trübung der Nährlösung, unzweifelhaft auch der Denitrifikationsprozess stattfindet, wofür die reichliche Entwicklung von Gas spricht, so wird doch der sämtliche zugesetzte Salpeter nicht vergoren. Es ist anzunehmen, dass Stoffwechselprodukte gebildet werden, welche für die Weiterentwicklung hemmend wirken. Wahrscheinlich ist die zunehmende Alkaleszenz der Nährlösung, wie STUTZER meint, die hemmende Ursache, denn das Auftreten von Alkali besonders in den Röhrcchen mit höherem Prozentsatz Salpeter ist ganz überraschend. Die Gasentwicklung in den innerhalb 72 Stunden nicht vergorenen Röhrcchen hört allmählich auf, so dass nach Verlauf einer 8tägigen Beobachtungsdauer nur noch einzelne Gasbläschen sich zeigen. Anders verhalten sich die aus Pferde- und Rindermist gezüchteten (STUTZER's B. coli + B. d. I) Mikroorganismen in Bouillon und künstlicher GILTAJ'scher Nährlösung. Während in Bouillon 0.7% Salpeter vergoren werden, also fast ebensoviel wie von dem vorigen, so sehen wir, dass in GILTAJ'scher Lösung nur 0.2% zerstört werden. Auch hier konnte beobachtet werden, dass die Gasentwicklung im Verlauf von 8 Tagen allmählich nachlässt, ohne dass aber mehr als angegeben an Salpeter vergoren wird. Nach den Untersuchungen von BURRI und STUTZER trat in der künstlichen Nährlösung bei diesen Mikroorganismen wohl ein Wachstum ein, aber der Salpeter wurde überhaupt nicht vergoren.

Es würden sich hiernach die von uns isolierten Mikroorganismen von den STUTZER'schen unterscheiden, jedoch ist aus der Arbeit von BURRI und STUTZER nicht ersichtlich, ob der Versuch auch mit Nährlösungen von niederem Salpetergehalt als 0.3% angestellt wurde. War das aber nicht der Fall, so würde sich dieses abweichende Verhalten ohne weiteres erklären.

#### Verhalten gegen Ätzkalk.

Die früher angedeutete Möglichkeit, dass infolge Bildung von Alkali in den Kulturröhrcchen eine Hemmung in der Entwicklung resp. in der Entfaltung der salpeterzerstörenden Thätigkeit der denitrifizierenden Mikroorganismen sich geltend mache, sowie die günstigen Erfolge, welche in der Landwirtschaft mit dem Mergeln des Ackerlandes beobachtet wurden, Erfolge die vielleicht auch in Beziehung stehen mit hemmungs- bzw. gärungswidrigen Eigenschaften des Kalkes auf die denitri-

fizierenden Mikroorganismen, machten es wünschenswert, kennen zu lernen, wie grosse Mengen genügen möchten, die Denitrifikation zu verhindern. Künstliche salpeterhaltige Nährlösung und neutrale salpeterhaltige Bouillon wurden dementsprechend mit Ätzkalk von verschiedenem Prozentsatz versetzt und in diese Röhrchen die fragl. Mikroorganismen geimpft.

(Siehe Tabelle Seite 91.)

Die Röhrchen wurden länger als in der Tabelle angegeben beobachtet, ohne dass sich jedoch ein anderes Resultat ergeben hätte. Danach muss anerkannt werden, dass ein Zusatz von Ätzkalk zu der Nährflüssigkeit hemmend wirkt, und zwar durchweg in der künstlichen Nährlösung stärker, als in Nährbouillon. In den Röhrchen mit GILTAY'scher Nährlösung trat bei Zusatz von 0.5 % Ätzkalk keine Denitrifikation ein, während in der Bouillon noch bei 0.5 resp. 1.0 % Ätzkalkzusatz der Salpeter vernichtet wurde, allerdings, wie die Kontrollröhrchen anzeigten, mit einer Verzögerung von 24 resp. 48 Stunden.

Derselbe Versuch wurde weiterhin noch einmal mit dem Unterschiede angestellt, dass noch Röhrchen mit 0.25 % Ätzkalk angesetzt wurden und diese statt bei 35 ° C. bei Zimmertemperatur hingestellt wurden. Abgesehen von einer Verzögerung, wie sie überhaupt bei der niederen Zimmertemperatur normalmässig beobachtet wird, trat keine Abweichung in dem Versuchsergebnis hervor. Es ergibt sich demnach, dass der Ätzkalk in der That hemmend wirkt, und zwar stärker in der Nährlösung, welche frei von organischen Stoffen ist, als in der an solchen Substanzen reichen Bouillon. In der ersteren fand bei 0.25 % Zusatz von Ätzkalk keine Denitrifikation mehr statt, in der Bouillon erst bei 2 % resp. 1 %; jedoch trat auch hier schon ein hemmender Einfluss bei 0.25 % Zusatz in der Verzögerung des Denitrifikationsprozesses deutlich hervor. Wenn man die ausserordentlich günstigen Kulturverhältnisse bei diesen Versuchen mit Reinkulturen der schädlichen Mikroorganismen berücksichtigt im Vergleich zu den ungleich ungünstigeren Wachstumsbedingungen in der Natur, so scheint es nach dem nicht gerade vielversprechenden Versuchsergebnis doch wahrscheinlich, dass in der Verwendung von Kalk ein praktischer Nutzen für die Landwirtschaft erwartet werden kann. Gleiche Versuche, welche mit Mergel anstatt Ätzkalk angestellt wurden, fielen

			24 Stunden	48 Stunden	72 Stunden
2	Гиптаx (0.1% KNO <sub>3</sub> ) + 0.1% Ätzkalk + B. d. II . . .		Schaum, Salpeter verschwunden	—	—
2	" " + 0.5 " " + " " . . .	+	—	—	—
2	" " + 1.0 " " + " " . . .	+	—	—	—
2	" " + 2.0 " " + " " . . .	+	—	—	—
2	" " + 0.1 " " + B. col. + B. d. I . . .	+	Schaum, Salpeter weg	—	—
2	" " + 0.5 " " + " " + " " . . .	+	—	—	—
2	" " + 1.0 " " + " " + " " . . .	+	—	—	—
2	" " + 2.0 " " + " " + " " . . .	+	—	—	—
2	Bouillon " " + 0.1 " " + B. d. II . . .	+	Schaum, Salpeter verschwunden Gasblasen	—	—
2	" " + 0.5 " " + " " . . .	+	—	Schaum, Salpeter verschwunden	—
2	" " + 1.0 " " + " " . . .	+	—	—	Salpeter weg
2	" " + 2.0 " " + " " . . .	+	—	—	—
2	" " + 0.1 " " + B. col. + B. d. I . . .	+	Schaum, Salpeter verschwunden	—	—
2	" " + 0.5 " " + " " + " " . . .	+	—	Schaum, Salpeter verschwunden	—
2	" " + 1.0 " " + " " + " " . . .	+	—	—	—
2	" " + 2.0 " " + " " + " " . . .	+	—	—	—
2	Гиптаx " " + B. d. II . . .	+	} Schaum, Salpeter verschwunden	—	—
2	" " + B. c. + B. d. I . . .	+		—	—
2	" " + B. d. II . . .	+		—	—
2	" " + B. c. + B. d. I . . .	+		—	—



allerdings ganz negativ aus. Selbst bei grossen Mergelgaben verlief der Prozess genau so, als wenn überhaupt nichts zugesetzt worden wäre. Die günstigen Erfolge, welche mit dem Mergeln in der praktischen Landwirtschaft erzielt wurden, können hiernach zu den Denitrifikationsprozessen in keiner Beziehung stehen.

#### Verhalten gegen Schwefelsäure.

Um das Verhalten der denitrifizierenden Mikroorganismen gegen Schwefelsäure zu prüfen, wurde eine Nährlösung von verschiedenem Gehalt an Schwefelsäure hergestellt. Zu diesem Zwecke wurde neutrale Bouillon mit Schwefelsäurebouillon von bekanntem Gehalt in verschiedenen Verhältnissen gemischt. Da ein ccm der Schwefelsäurebouillon 0.00878 g Schwefelsäure enthielt, ergab sich für die verschiedenen Mischungen der in der Tabelle angegebene Gehalt an Schwefelsäure. Die Röhren mit der so dargestellten Säurebouillon wurden mit den betr. Mikroorganismen geimpft und bei 35° C. im Brutschrank gehalten. Zur Kontrolle wurden 2 Röhren mit Salpeterbouillon geimpft.

No. 1,	neutrale Bouillon				48 Stunden
„ 2, 9 ccm	„ „	+ 1 ccm Säurebouillon = 0.088 % Säure	+ STUTZER'S B. d. II		trübe,
„ 3, 8 „	„ „	+ 2 „ „ = 0.176 „	„ „ + „		klar,
„ 4, 7 „	„ „	+ 3 „ „ = 0.264 „	„ „ + „		klar,
„ 5, 6 „	„ „	+ 4 „ „ = 0.352 „	„ „ + „		klar,
„ 6, 5 „	„ „	+ 5 „ „ = 0.44 „	„ „ + „		klar,
„ 7, 4 „	„ „	+ 6 „ „ = 0.528 „	„ „ + „		klar,
„ 8, 3 „	„ „	+ 7 „ „ = 0.616 „	„ „ + „		klar,
„ 9, 2 „	„ „	+ 8 „ „ = 0.704 „	„ „ + „		klar,
„ 10, 1 „	„ „	+ 9 „ „ = 0.792 „	„ „ + „		klar,
„ 11, 0 „	„ „	+ 10 „ „ = 0.88 „	„ „ + „		klar,
„ 12, Kontrollröhren mit 0.1 %		Salpeterbouillon			trübe.

Danach war nur in der 0.088 % Schwefelsäurebouillon Wachstum eingetreten, während alle anderen Röhren klar geblieben waren und auch innerhalb einer 10tägigen Beobachtungsdauer klar blieben und keine Entwicklung der fragl. Mikroorganismen erkennen liessen. Um zu sehen, ob die in die Säurebouillon übertragenen Mikroorganismen nicht nur in ihrem Wachstum gehemmt, sondern auch abgetötet seien, wurde aus sämtlichen Röhren 1 Tropfen in 0.1 % Salpeterbouillon gebracht. Das Resultat entsprach unseren Erwartungen, nur in den aus No. 2 geimpften Röhren erfolgte Wachstum der fragl.

Mikroorganismen mit Zerstörung des Salpeters unter den bekannten Erscheinungen, während in allen anderen Röhrcchen die Bouillon klar blieb. Es kann deshalb angenommen werden, dass in der mehr als 0.1% Schwefelsäure haltenden Bouillon nicht nur eine Hemmung in der Entwicklung der fragl. Mikroorganismen stattfindet, sondern dass dieselben selbst abgetötet werden.

In derselben Weise wurde dann auch das *B. coli* + *B. d. I* in seinem Verhalten gegen Schwefelsäure geprüft und zwar mit einem ganz gleichen Resultat.

BURRI und STUTZER fanden, dass ein Zusatz von 0.04%  $\text{SO}_3$  genügten, um nicht nur die Gärung, sondern auch das Wachstum von *B. coli* + *B. d. I* zu unterdrücken; ein Zusatz von 0.06%  $\text{SO}_3$  ergab das gleiche Resultat bei *B. d. II*.

Demnach muss die Schwefelsäure als ein ausserordentlich wirksames Mittel angesehen werden, um die fragl. Mikroorganismen in ihrer Entwicklung zu hemmen.

Versuche, welche direkt mit Mist angestellt wurden, bestätigen die günstige Wirkung der Schwefelsäure zur Verhütung der Denitrifikationsprozesse. Als besonders günstiger Umstand wurde dabei festgestellt, dass die Schwefelsäuregaben, welche genügten, die denitrifizierenden Mikroorganismen in ihrer Entwicklung zu hemmen, andererseits nicht hinreichend waren, das Wachstum zahlreicher anderer Bakterien abzuschwächen, die vielleicht bei den Zersetzungs Vorgängen im Miste eine wichtige Rolle spielen.

Das Ergebnis der vorstehenden Untersuchungen lässt sich kurz dahin zusammenfassen:

1. Im Pferdemist finden sich regelmässig denitrifizierende Mikroorganismen, und zwar gewöhnlich 2 Arten, von welchen die eine auch auf Stroh gefunden wird. Der nur aus Pferdemist isolierte Mikroorganismus zerstört in Symbiose mit dem *Bacterium coli* den Salpeter und ist identisch mit dem von BURRI und STUTZER gezüchteten *Bacillus denitrificans I*. Der im Pferdemist und Stroh gefundene Mikroorganismus ist eine Varität des von BURRI und STUTZER von Stroh isolierten *Bacillus denitrificans II*.

2. Im Rindermist sind denitrifizierende Mikroorganismen nicht regelmässig vorhanden; die isolierten sind identisch mit dem *Bacillus denitrificans I* + *Bacterium coli* (BURRI und STUTZER).

3. Die Salpeterverluste, welche unter der Lebensthätigkeit der fragl. Bakterien entstehen können, sind nicht unbedeutend, geringer bei mangelhaftem Gehalt des Nährbodens an organischer Substanz. In Nährbouillon mit einem Gehalt Salpeter bis zu 0.7% wurde von dem *Bacillus denitrificans* I + *Bacterium coli* sämtlicher vorhandener Salpeter zerstört, von dem *Bacillus denitrificans* II gleichfalls in Nährbouillon mit einem Salpetergehalt bis zu 0.8%.

4. Luftabschluss, sowie reichliche Luftzufuhr wirken für die Denitrifikationsvorgänge durch *Bacillus denitrificans* I hemmend, für die durch den *Bacillus denitrificans* II sind sie bedeutungslos.

5. Die Schwefelsäure ist ausserordentlich geeignet, die Denitrifikation zu verhüten. In Nährlösungen mit einem Gehalt von 0.17% Schwefelsäure findet ein Wachstum der fragl. Mikroorganismen nicht statt.

## II. Denitrifizierende Mikroorganismen des Ackerbodens.

Die Versuche von LAWES, GILBERT und WARRINGTON, sowie besonders von DEHÉRAIN und MAQUENNE weisen darauf hin, dass auch im Ackerboden unter der Lebensthätigkeit von Mikroorganismen durch Zerstörung von Salpeter erhebliche Stickstoffverluste entstehen können. GAYON und DUPETIT gelang es auch, zwei verschiedene Mikroorganismen aus dem Boden rein zu züchten, welchen beiden mit geringen Abweichungen in hohem Masse das Vermögen zukam, Salpeter unter Entbindung von freiem Stickstoff zu zerlegen. GILTAY und ABERSON isolierten aus dem Boden ebenfalls einen denitrifizierenden Mikroorganismus. Derselbe war nicht nur im Boden, sondern auch im Wasser und in der Luft sehr verbreitet. Dadurch ist sicher nachgewiesen, dass die Stickstoffverluste im Ackerboden bedingt sein können durch die Lebensthätigkeit gewisser im Boden wuchernder Mikroorganismen.

Die regelmässige Anwesenheit denitrifizierender Mikroorganismen auf Stroh legten die Annahme nahe, dass diese vom Erdboden aus auf das Stroh gelangen; es müssten sich dann die auf dem Stroh vorhandenen Mikroorganismen auch als regelmässige Repräsentanten der Bakterienflora des Erdbodens vorfinden. Durch die Untersuchung von Erdproben aus verschiedenen Gegenden liess sich Aufschluss darüber gewinnen. Die Proben, welche sämtlich im Herbst 1896 von frisch gepflügtem Lande

genommen wurden, stammten aus Höchst a. M., Dinslaken, Glogau, Heinrichswalde (Ostpreussen), Hildesheim, Zwätzen bei Jena und aus dem hiesigen landwirtschaftlich-botanischen Garten.

Die aus Höchst stammende Erde hatte eine gelbliche Farbe und war stark sandig, die Dinslakener Erde war gelblich und hatte lehmige Beimengungen, die Glogauer Probe hatte eine gelblich schwarze Farbe, die Hildesheimer stammte von einem schwarzen humosen Ackerlande, die Heinrichswalder Erde war als „anmoorig“ bezeichnet, braunschwarz, locker und leicht; in Flüssigkeit gebracht schwimmt ein Teil zeitweise in der Flüssigkeit, um erst allmählich zu Boden zu fallen.

GILTAY und ABERSON war es leicht gelungen, ihre Mikroorganismen aus einer künstlichen, der von GAYON und DUPETIT verwendeten ähnlichen Nährlösung zu isolieren. In der Folge wurde deshalb auch neben einer salpeterhaltigen Nährbouillon gleichzeitig eine nach GILTAY und ABERSON zusammengesetzte Nährlösung verwendet. Diese Nährlösung enthält auf 1 Liter Wasser 1 g Kaliumnitrat, 1 g Asparagin, 2 g Magnesiumsulfat 5 g Citronensäure, 2 g Kaliumphosphat, 0.02 g Chlorcalcium und einige Tropfen Eisenchlorid. Später wurde auch nach den Angaben von STUTZER und BURRI statt Asparagin 2 g Dextrose der Nährlösung zugesetzt.

Von den Erdproben wurde eine geringe Menge in 0.1% Salpeterbouillon und 0.1% Salpeter-GILTAY gebracht und die Röhrrchen bei 35° C. im Brutschrank gehalten.

	24 Stunden	48 Stunden	72 Stunden
2 GILTAY + Heinrichswalder Erde	Gas- blasen und Nitrit- re- aktion	Schaum und Nitrit- reaktion	} Salpeter ver- schwunden } Salpeter nicht verschwunden bei einem Salpe- ter vorhanden } Salpeter ver- schwunden
2 " + Glogauer "			
2 " + Zwätzener "			
2 " + Dinslakener "			
2 " + Hildesheimer "			
2 " + Höchst "	Gas- blasen und Nitrit- re- aktion	Schaum und Nitrit- reaktion	} Salpeter ver- schwunden } Salpeter ver- schwunden } Salpeterreaktion } Salpeter ver- schwunden.
2 " + Erde aus bot. Garten			
2 Salpeterbouillon + Heinrichsw. Erde			
2 " + Glogauer "			
2 " + Zwätzener "			
2 " + Dinslakener "			
2 " + Hildesheimer "			
2 " + Höchst "			
2 " + Erde aus bot. Garten			

Nach 72 Stunden war aus allen, mit Ausnahme der mit Dinslakener Erde beschickten und einem mit Hildesheimer Erde beschickten, Röhrrchen der Salpeter verschwunden, und zwar unter Entwicklung von Gas, das in der Bouillon einen weissen, feinblasigen, in der GILTAY'schen dagegen einen grossblasigen Schaum gebildet hatte. Die Bouillonröhrrchen, weniger stark die mit GILTAY'scher Flüssigkeit gefüllten Röhrrchen, verbreiteten einen üblen fauligen Geruch, während sich am Boden ein auffällig schwarzer Niederschlag bemerklich machte. Der Geruch rührte zum Teil von Schwefelwasserstoff her, der sich mit Bleipapier leicht nachweisen liess.

Nachdem der Salpeter verschwunden war, wurde aus diesen Röhrrchen in neue mit gleicher Nährlösung ein Tropfen der Flüssigkeit übertragen, und diese Überimpfung wurde, bevor zur Isolierung geschritten wurde, mehrmals hintereinander vorgenommen. Dabei konnte nun beobachtet werden, dass bei einzelnen die Gärung und der Salpeterverlust früher eintrat, als beim ersten Versuch, und dass nach einigen Übertragungen regelmässig nach 48 Stunden der Salpeter verschwunden war. Dagegen zeigten die aus Hildesheimer Erde beschickten Röhrrchen schon nach der ersten Übertragung eine wesentliche Verzögerung, sowohl im Auftreten der ersten Gasblasen, als auch in der Salpeterzerstörung überhaupt. Erst nach 4 Tagen war der Salpeter verschwunden. Bei einer weiteren Übertragung war, abgesehen von der Reduktion des Salpeters zu Nitrit, keine Denitrifikation zu beobachten.

Die gleichen Vorversuche wurden auch mit Lösungen von höherem Salpetergehalt ausgeführt. In Nährlösungen von 0.25% Salpetergehalt zeigten nur die mit Glogauer und Höchster Erde beschickten Röhrrchen auch bei den weiteren Übertragungen eine gleich energische Denitrifikation, wie bei der Verwendung von 0.1% salpeterhaltigen Nährlösungen. Dagegen verschwand der Salpeter in den mit den anderen Erden beschickten Röhrrchen nur sehr langsam und nach Übertragung in frische, 0.25% salpeterhaltige Nährlösung überhaupt nicht, wohl aber bei Übertragung in 0.1% salpeterhaltige Lösung. Es beweist dies Verhalten, dass ein höherer Gehalt an Salpeter in der Kulturflüssigkeit für die Entwicklung der fragl. Mikroorganismen ungünstig wirken kann. In jedem Falle geht daraus hervor, dass bei der Prüfung von Erdboden auf das Vorhandensein

von denitrifizierenden Mikroorganismen der Kulturflüssigkeit nur ein geringer Prozentsatz Salpeter zugesetzt werden darf, weil im anderen Falle eventuell der Versuch zu Trugschlüssen führen kann.

Nach den Vorversuchen musste angenommen werden, dass mit Ausnahme der Erde aus Dinslaken alle anderen denitrifizierende Mikroorganismen enthalten. Die mit Erde aus Dinslaken infizierten Röhren zeigten ebenfalls lebhaft Gasentwicklung und Schaumbildung, jedoch trat ein Salpeterverlust in keinem Falle auf. Die Gasentwicklung, welche im allgemeinen einen äusseren sicheren Anhalt giebt für den Ablauf der Denitrifikationsvorgänge, darf demnach allein nicht als Diagnostikum für dieselben angesprochen werden, weil event. auch andere gasproduzierende Mikroorganismen in der Erde enthalten sein können.

Mit Ausnahme der Dinslakener und Hildesheimer Erde, welche letztere auch nicht regelmässig denitrifizierend wirkte, und bei welcher besonders eine Weiterübertragung auf frische Nährlösung versagte, wurde aus allen übrigen versucht, die fraglichen denitrifizierenden Mikroorganismen rein zu züchten. Die Reinzüchtung wurde durchweg aus GILTAY'scher Nährlösung vorgenommen und immer erst nach häufigerer Überimpfung aus vergorenen Kulturen in frische. Es konnte auch hier beobachtet werden, dass in der GILTAY'schen Lösung bei häufiger Übertragung eine Reihe anderer Mikroorganismen nicht zur Weiterentwicklung kamen, eine Isolierung daher leichter gelang, als aus salpeterhaltiger Nährbouillon, die für jene Mikroorganismen offenbar einen günstigeren Nährboden darstellte.

#### Denitrifizierende Mikroorganismen aus Höchster Erde.

Zur Isolierung der in der Höchster Erde vorhandenen Salpeter zerstörenden Mikroorganismen wurden aus den zuletzt vergorenen Röhren mit GILTAY'scher Lösung Platten sowohl mit gewöhnlicher Gelatine, als auch mit 0.1 % Salpetergelatine, gegossen. Wachstumsunterschiede traten in den verschiedenen Platten nicht hervor. In den Platten kamen besonders zahlreich die Gelatine unter Grünfärbung verflüssigende Kulturen zur Entwicklung, ausserdem auch weissliche, feucht glänzende Kolonien und langsam wachsende, wasserklare, kugelige, kaum

sichtbare Kolonien, die auf der Oberfläche sich wie ein Wassertröpfchen präsentierten. Aus diesen Kolonien konnten 3 Arten von Mikroorganismen auf schräg erstarrtem Agar gezüchtet werden. Mit je einer Öse voll Agarkultur wurden Röhrrchen mit 0.1 % salpeterhaltiger GILTAY'scher Lösung und Nährbouillon beschickt, um zu sehen, in welchen der drei Bakterienarten die gesuchten gefunden waren:

	24 Stunden	48 Stunden	60 Stunden
2 GILTAY (0.1 %) + 1 (verflüssigend)	Nitritreaktion	Nitritreaktion Gasblasen	Gasblasen, Salpeter verschwunden
2 " " + 2 (hell. Kolonien)	—	—	—
2 " " + 3 (weiss. " )	Nitritreaktion	Nitritreaktion	Nitritreaktion Gasblasen, Salpeter verschwunden
2 " " + 1 + 2 . . . . .	"	} Nitritreaktion, Gasblasen	}
2 " " + 1 + 3 . . . . .	"		
2 " " + 2 + 3 . . . . .	"	Nitritreaktion	Nitritreaktion
2 Salpeterbouillon (0.1 %) + 1 . .	Nitritreaktion, einzelne Gasblasen	Schaum, Salpeter verschwunden	—
2 " " + 2 . .	—	—	—
2 " " + 3 . .	Nitritreaktion	Nitritreaktion	Nitritreaktion
2 " " + 1 + 2	} Nitritreaktion, einzelne Gasblasen	} Nitritreaktion, Schaum, Salpeter verschwunden	}
2 " " + 1 + 3			
2 " " + 2 + 3	Nitritreaktion	Nitritreaktion	Nitritreaktion

In allen mit No. 1 und 3 beschickten Röhrrchen war ganz gleichmässig 24 Stunden nach der Impfung eine Reduktion des Nitrates zu Nitrit nachzuweisen. In den mit No. 3 geimpften Röhrrchen trat überhaupt nur Nitritreaktion ein, während in den mit No. 1 geimpften Röhrrchen 48 Stunden nach der Impfung eine lebhaft Gasentwicklung beobachtet wurde, die in den Nährbouillonröhrrchen schon 24 Stunden vorher begonnen hatte. In den mit No. 1 geimpften Röhrrchen mit Nährbouillon war am 2. Tage nach der Impfung kein Salpeter nachzuweisen, in den Röhrrchen mit GILTAY'scher Kulturflüssigkeit 12 Stunden später nicht mehr. Da die mit No. 2 und 3 allein geimpften Röhrrchen diese Erscheinung nicht aufwiesen, auch nach weiterer Beobachtung keine Änderung in dem Verhalten auftrat, konnte es keinem Zweifel unterliegen, dass die mit No. 1 bezeichneten Kulturen die fragl. denitrifizierenden Mikroorganismen enthielten.

### Morphologisches und Kulturelles.

Der fragl. Mikroorganismus ist ein kleines schlankes Stäbchen (4—5mal so lang, als breit) mit abgerundeten Enden, meist einzeln gelagert, selten zu mehreren aneinander gereiht. Aus frischen Kulturen, untersucht im hangenden Tropfen, zeigt es eine lebhaft Eigenbewegung. Sporenbildung nicht beobachtet.

**Gelatineplatten:** Anfangs trübe, unregelmässig begrenzte, fein gekörnte Kolonien mit feinen wurzelartigen Ausläufern, in deren Bereich die Gelatine verflüssigt wird. Die Gelatine nimmt gleichzeitig einen grünen, fluoreszierenden Farbenton an.

**Gelatinestichkulturen:** Die Gelatine wird von der Einstichöffnung beginnend anfangs als trichterförmige Einsenkung, später die ganze Masse umfassend schnell verflüssigt, gleichzeitig beginnt sowohl die verflüssigte, als auch die nicht verflüssigte Gelatine einen lebhaft grünen Farbenton anzunehmen. In Salpetergelatine ähnliches Wachstum und unter lebhafter Bildung von Gasblasen.

**Gelatinestrichkultur:** Verflüssigung der Gelatine entlang des Striches unter Grünfärbung der gesamten Gelatine.

**Agarstrichkultur:** Bei Bruttemperatur innerhalb 24 Stunden ein weisslicher feuchter Belag, bei Zimmertemperatur innerhalb 3—4 Tagen bei allmählich zunehmender Grünfärbung der gesamten Agarmasse.

**Agarstichkultur:** Auf dem Agar bildet sich von der Einstichöffnung ausgehend ein weisser Belag entlang des Stichkanales als weisser Streif. Der Agar färbt sich allmählich gelblich-grün. In Salpeteragar 0.1% ganz ähnliches Wachstum ohne Gasentwicklung.

**Kartoffelkulturen:** Anfangs weisslicher, später bräunlicher, schmieriger Überzug. In der Umgebung ist die Kartoffel grünlich gefärbt.

**Bouillonkulturen:** Die Bouillon wird stark getrübt und nimmt in den oberen Schichten eine grünliche Farbe an. In salpeterhaltiger Bouillon tritt im Verlauf von 24 Stunden lebhaft Gasentwicklung auf.

**Pathogenität:** Mäuse starben nach subkutaner Verimpfung in 10—14 Tagen.

Nach den morphologischen und kulturellen Eigenschaften war die Annahme gerechtfertigt, dass es sich bei dem fragl.



Mikroorganismus um den Bacillus des grünen oder blauen Eiters (*Bacillus pyocyaneus*) handelte. Herr Professor GÄRTNER hatte die Freundlichkeit, mir je eine Kultur von *Pyocyaneus*  $\alpha$  und  $\beta$  zu überlassen. Auch Herr Dr. SÖTBEER übergab mir freundlichst eine Kultur, welche aus dem Abscess eines Triton gezüchtet war und sich durch eine grosse Virulenz gegen Frösche auszeichnete, sowie ein Wachstum schon bei 3° C. Zur Vergleichung des Verhaltens dieser Kulturen gegen Salpeter und mit dem aus Höchster Erde isolierten Mikroorganismus wurden Röhrrchen mit 0.1% Salpeterbouillon mit je einer Öse aus Agarkulturen geimpft.

	24 Stunden	48 Stunden
2 Salpeterbouillon (0.1 %) + <i>Pyoc.</i> $\alpha$ . . . . .	Schaum, Nitritreaktion	Schaum, weder Nitrit- noch Nitratreaktion
2 " " + <i>Pyoc.</i> $\beta$ . . . . .	—	—
2 " " + <i>Pyoc.</i> (Sötbeer) . . . . .	} Schaum, Nitritreaktion	} Schaum, Salpeter verschwunden
2 " " + <i>Pyoc.</i> (Höchster Erde)		

Abgesehen von den mit *Pyoc.*  $\beta$  geimpften Röhrrchen zeigten die übrigen ganz gleiches Verhalten: 24 Stunden nach der Impfung Nitritreaktion und Gasentwicklung, 48 Stunden nach der Impfung war der Salpeter verschwunden. Die Bouillon der Röhrrchen mit *Pyoc.*  $\beta$  hatte sich stark getrübt, ein Zeichen, dass die fragl. Bakterien zur Entwicklung gekommen waren; eine Reduktion des Salpeters war aber nicht eingetreten, denn die Kulturen gaben keine Nitrit-, aber maximale Nitratreaktion. Auch nach Überimpfung in 0.1%ige GILTAJ'sche Lösung ergab sich dasselbe Resultat, wie in der Salpeterbouillon. Weitere Versuche, welche mit dem *Pyoc.*  $\beta$  noch angestellt wurden, bestätigten die früheren durchaus. Durch das Wachstum des *Pyoc.*  $\beta$  wurde niemals eine Veränderung des Salpeters beobachtet. Sollte sich dieses Verhalten des *Pyoc.*  $\beta$  auch forthin bestätigen, so ergäbe sich daraus ein leicht kontrollierbarer Anhalt zur Unterscheidung von dem *Pyoc.*  $\alpha$ . Durch den letzteren, sowie auch den von SÖTBEER isolierten wurde der Salpeter in ganz gleicher Weise zersetzt, wie durch den aus Höchster Erde isolierten Mikroorganismus, wobei als Zwischenprodukt in jedem Falle Nitrit nachgewiesen werden konnte. Es konnte demnach nicht zweifelhaft bleiben, dass der aus Höchster Erde gezüchtete Mikroorga-

nismus thatsächlich der *Bacillus pyocyaneus* war, und dass dieser als neuer Repräsentant in die Gruppe der denitrifizierenden Mikroorganismen einzureihen ist.<sup>1)</sup>

### Denitrifizierende Mikroorganismen aus Heinrichswalder Erde.

Nach mehrfachen Übertragungen aus vergorenen Kulturen in frische Nährlösung verschwand der Salpeter regelmässig innerhalb 24 Stunden nach der Impfung. Aus einer vergorenen Kultur in GILTAJ'scher Flüssigkeit wurden dann nach der PÉTRÉ'schen Methode Platten gegossen mit 0.05%iger salpeterhaltiger Gelatine. In den Platten der 3. und 4. Verdünnung waren neben einzelnen die Gelatine verflüssigenden Kolonien und weisslichen, glänzenden, scharf umschriebenen besonders zahlreich oberflächliche Kolonien gewachsen, die zum Teil eine schöne Rosettenform besaßen und einen trockenen, weisslichen, der Gelatine fest anhaftenden Belag bildeten, sowie Tiefenkolonien von gelblich-weisser Farbe, die bei schwacher Vergrösserung eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Stechapfel boten. Sowohl in den Oberflächen- als Tiefenkolonien fanden sich dieselben Mikroorganismen.

Es konnten demnach drei Arten von Mikroorganismen isoliert werden. Aus den Agarkulturen derselben wurden dann wiederum Röhrchen mit 0.1%iger salpeterhaltiger GILTAJ'scher Lösung geimpft und das Resultat war, dass alle drei Arten zunächst die Nitrate zu Nitriten reduzierten, dass aber die aus den rosettenförmigen Kolonien gezüchteten Mikroorganismen unter Entwicklung von Gas den Salpeter im Verlauf von 48 Stunden zerstörten.

---

<sup>1)</sup> Bei Abschluss der vorliegenden Arbeit ist von S. A. SzwEWIN-Moskau (Centralblatt für Bakt. und Parasitenk. II, Bd. III, S. 504) eine Arbeit „Zur Frage über die Zersetzung von salpetersauren Salzen durch Bakterien“ erschienen, auf welche ich an dieser Stelle noch hinweisen möchte. Verfasser untersuchte eine Reihe von ihm aus Mist gezüchteter Bakterien auf ihre denitrifizierenden Eigenschaften. Zwei Arten und zwar ein von *S. Vibrio denitrificans* genannter, bisher unbekannter Mikroorganismus, sowie der *Bacillus pyocyaneus* erwiesen sich als energische Salpeterzerstörer, besonders der letztere. Durch unsere bezüglich der denitrifizierenden Eigenschaften des *B. pyocyaneus* gemachten Beobachtungen finden demnach die Untersuchungen SzwEWIN'S eine volle Bestätigung.

### Morphologisches und Kulturelles.

Kleine plumpe Stäbchen etwa 3mal so lang als dick mit abgerundeten Enden, meist einzeln gelagert mit lebhafter Beweglichkeit. Sporen nicht beobachtet.

Gelatineplattenkulturen: Nach 8 Tagen Oberflächenkulturen von 2 mm Durchmesser mit der Neigung, sich mehr nach der Fläche anzubreiten, und manchmal regelmässig rosettenartiger Form, weisslicher Farbe und trockener zäher Beschaffenheit. Tiefenkolonien sind kleiner, anfangs kugelrund und ziemlich durchsichtig, später bekommen sie eine runzelige, mit zapfenartigen Vorsprüngen versehene Oberfläche, welche der Kolonie eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Stechapfel verleiht.

Gelatinestichkulturen: Spärliches Wachstum entlang des Stichkanales. Auf der Gelatineoberfläche ein von der Einstichöffnung sich allmählich über die Gelatine verbreitender, trockener, glatter Belag von grauweisser Farbe und einer Rosette nicht unähnlich. Von der Einstichöffnung ausgehend zeigen sich radiäre Linien, welche bis zu dem ausgezackten Rande verlaufen und eine feine Felderung andeuten. Ausserdem lassen sich konzentrische Wachstumszonen unterscheiden, die sich centralwärts durch den intensiveren Farbenton gut abgrenzen. In 0.1%iger Salpetergelatine Gasentwicklung beginnend um den Stichkanal, später die ganze Gelatine mit Gasblasen durchsetzt.

Gelatinestrichkulturen: Trockener, grauweisser Belag mit wulstigen Querrippen, der Rand entsprechend den Wülsten ausgebuchtet. Langsames Wachstum.

Agarstichkulturen: Nur in den obersten Abschnitten des Stiches Wachstum unter Bildung eines grauen Streifens. Auf der Oberfläche um die Einstichöffnung eine weissliche, wulstige Masse, die sich über die Agaroberfläche erhebt, allmählich auch in die Fläche wächst und eine runzlige, von wulstigen Rippen durchzogene Oberfläche besitzt. Später wird die Oberfläche glatter und gleichzeitig nimmt die Masse eine mehr schleimige Konsistenz an, während sie anfangs trocken, zähe und glanzlos war.

Agarstrichkulturen: In 24 Stunden bei 35° C. im Bereich des Ausstriches eine gelbliche Masse mit wulstigen Erhabenheiten von trockener Konsistenz. Die Randpartien aus-

gebuchtet. Später verliert die Kultur ihre trockene Beschaffenheit und nimmt von unten und von den centralen Abschnitten fortschreitend eine glatte Oberfläche an, wird glänzend, mehr grau und von schleimiger Beschaffenheit.

**Bouillonkulturen:** Unter Trübung der Bouillon und späterer Bildung einer Decke und eines dicken, konsistenten Bodensatzes, der beim Schütteln sich nicht in der Bouillon verteilt. In 0.25 %iger Salpeterbouillon nach 24 Stunden Schaum unter Trübung der Bouillon. Nach  $2 \times 24$  Stunden ist der Salpeter verschwunden.

**Kartoffelkulturen:** In 24 Stunden bei 35° C. eine dicke, wulstige, rissige und mit Löchern durchsetzte Masse von blässrötlicher Farbe und trockener Beschaffenheit. Der rötliche Farbenton, sowie auch die trockene Beschaffenheit verschwinden später, und die Kultur bekommt ein schmutzig-bräunliches Aussehen, die Oberfläche wird glatter und glänzend, und die Kultur nimmt eine schleimige Konsistenz an.

**Pathogenität:** Für Mäuse und Kaninchen nicht pathogen.

Die Ähnlichkeit der Wachstumsverhältnisse dieses Mikroorganismus mit den aus Pferdemit und Stroh isoliertem fällt ohne weiteres auf. Mit dem *Bacillus denitrificans* II (STUTZER) stimmen die Kulturmerkmale so sehr überein, dass es keinem Zweifel unterliegt, dass dieselben identisch sind. In Übereinstimmung mit dem B. d. II (STUTZER) fand sich dann hier auch regelmässig als Zwischenprodukt bei den Denitrifikationsprozessen Nitrit, was, wie seiner Zeit angegeben, bei den von uns aus Stroh und Pferdemit isolierten niemals nachgewiesen werden konnte. Die kulturellen Unterschiede der aus Stroh und Pferdemit gezüchteten mit den aus Heinrichswalder Erde gezüchteten, dem B. d. II (STUTZER) identischen Mikroorganismen sind jedoch so unerheblich, dass kein Grund vorläge, daraufhin zwei Arten zu unterscheiden; das physiologische Verhalten dagegen ist dadurch, dass von den aus Stroh und Pferdemit gezüchteten Mikroorganismen kein Nitrit gebildet wird, ein so auffallendes, dass ich allerdings, wie das schon S. 82 ausgesprochen ist, an die Unterscheidung in zwei Varietäten einer Art denken möchte. Dazu kommt noch, dass auch das Verhalten bei Luftabschluss und reichlicher Luftzufuhr ein verschiedenes ist. Wie schon oben angegeben, wirkt der Abschluss unter Wasserstoff, sowie der freie Zutritt von Luft auf die Denitrifikationsvorgänge durch

den aus Stroh und Pferdemit gezüchteten *Bacillus denitrificans* II weder hemmend noch beschleunigend. Dagegen ruft der Abschluss unter Wasserstoff und die reichliche Luftzufuhr bei den Denitrifikationsprozessen durch den aus Heinrichswalder Erde gezüchteten *Bacillus* eine entschiedene Verzögerung hervor. (Siehe auch später die Versuche von PFEIFFER.)

#### Denitrifizierende Mikroorganismen aus Glogauer Erde.

Nach dem PETRI'schen Plattenverfahren gelang es, drei Arten von Mikroorganismen aus der Glogauer Erde zu züchten und zwar:

1. ovale Bakterien, die Gelatine verflüssigend;
2. kleine Stäbchen, welche Sporen bilden und auf der Gelatine fast durchsichtige, flächenartig sich ausbreitende Kolonien;
3. lange Stäbchen, welche hellkugelige, gelbliche Kolonien auf der Gelatine bilden.

In den vergorenen Kulturflüssigkeiten waren aber bei der mikroskopischen Untersuchung hauptsächlich immer feine Stäbchen, welche längere Fäden bilden, gefunden worden, die nicht in den Schalen zum Wachstum gekommen waren. In einer verflüssigten Kolonie fanden sich diese Stäbchen in grosser Menge neben den ovalen Bakterien vor. Aus dieser Kolonie wurden daher nochmals Gelatineplatten angelegt, gleichzeitig aber auch Agarplatten gegossen und Strichkulturen angelegt. Aus den letzteren gelang es leicht, die fragl. Stäbchen zu isolieren. Während die verflüssigenden Bakterien umschriebene, weissliche Kolonien gebildet hatten, waren die Stäbchen unter Bildung eines kaum sichtbaren, wasserhellen Belages gewachsen und hatten sich über die Oberfläche fortkriechend flächenartig ausgebreitet. Aus der äussersten Randzone liessen sich leicht Reinkulturen gewinnen.

Zum Nachweis, welcher von den 4 isolierten Arten event. die Fähigkeit, den Salpeter unter Stickstoffabgabe zu zerstören, zukommen möchte, wurden aus Agarkulturen je 2 Röhrchen mit 0.1 % salpeterhaltiger GILTAY'scher Lösung und je 2 Röhrchen mit 0.25 % Salpeterbouillon geimpft. Das Resultat dieses Versuches ergab, dass die feinen, zu langen Fäden auswachsenden Bacillen den Salpeter unter Schaumbildung zerstörten.

	24 Stunden	48 Stunden	72 Stunden
2 GUTTA 0.1% KNO <sub>3</sub> + 1 (verflüssigende) . . . . .	Nitritreaktion	Nitritreaktion	Nitritreaktion
2 " " + 2 (kleine Sporen bildende Stäbchen)	—	—	—
2 " " + 3 (lange, dicke Stäbchen) . . . . .	Schaum, Nitritreaktion	Schaum, Salpeter weg	—
2 " " + 4 (feine, fadenbildende Stäbchen) .	Nitritreaktion	Nitritreaktion	Nitritreaktion
2 " " + 1 + 2 . . . . .	Schaum, Nitritreaktion	Salpeter verschwunden	—
2 " " + 1 + 3 . . . . .	Schaum, Nitritreaktion	Schaum, Salpeter verschwunden	—
2 " " + 1 + 4 . . . . .	Schaum, Nitritreaktion	Schaum, Salpeter verschwunden	—
2 " " + 2 + 3 . . . . .	Schaum, Nitritreaktion	Schaum, Salpeter verschwunden	—
2 " " + 2 + 4 . . . . .	Schaum, Nitritreaktion	Schaum, Salpeter verschwunden	—
2 " " + 3 + 4 . . . . .	Nitritreaktion	Nitritreaktion	Nitritreaktion
2 Salpeterbouillon 0.25% KNO <sub>3</sub> + 1 . . . . .	—	—	—
2 " " " + 2 . . . . .	—	—	—
2 " " " + 3 . . . . .	Schaum aus einem Salpeter verschwunden, das andere Nitritreaktion	Schaum, aus dem 2. Salpeter ebenfalls verschwunden	—
2 " " " + 4 . . . . .	Nitritreaktion	Nitritreaktion	Nitritreaktion
2 " " " " + 1 + 2 . . . . .	Schaum, Nitritreaktion	Schaum, Salpeter verschwunden	—
2 " " " " + 1 + 3 . . . . .	—	—	—
2 " " " " + 1 + 4 . . . . .	Schaum, Nitritreaktion	Schaum, Salpeter verschwunden	—
2 " " " " + 2 + 3 . . . . .	Schaum, Nitritreaktion	Schaum, Salpeter verschwunden	—
2 " " " " + 2 + 4 . . . . .	Schaum, Nitritreaktion	Schaum, Salpeter verschwunden	—
2 " " " " + 3 + 4 . . . . .	Schaum, Nitritreaktion	Schaum, Salpeter verschwunden	—

Es war demnach gelungen, auch aus der Glogauer Erde einen Mikroorganismus zu züchten, der sich von denjenigen aus der Höchster- und Heinrichswalder Erde auf den ersten Blick unterscheidet. Von den übrigen isolierten Bakterien verhielten sich zwei Arten vollkommen negativ gegen Salpeter, während eine Art, ovale Bakterien, welche unter ihrem Wachstum die Gelatine verflüssigen, Nitrat zu Nitrit zu reduzieren imstande sind.

### Morphologisches und Kulturelles.

Feine Stäbchen, die zu langen Fäden auswachsen. In frischen Kulturen fast ausschliesslich lange, vielfach verschlungene Fäden, die eine Gliederung nicht erkennen lassen. Später zerfallen die Fäden in Stäbchen, welche 5—6mal so lang als breit sind. Sporenbildung nicht beobachtet. Mit Gentianaviolett gefärbte Präparate aus älteren Kulturen lassen in den ungefärbten Bacillenleibern zwei oder drei intensiv gefärbte Körnchen erkennen. Stäbchen und Fäden aus frischen Kulturen besitzen lebhaft schlangelnde Eigenbewegung.

Gelatinestichkulturen: Von der Einstichöffnung ausgehend wolkige Trübung der obersten Gelatineschicht, die später eine mehr weissliche Farbe annimmt. In den tieferen Abschnitten des Stiches kein Wachstum. Die Gelatine wird nicht verflüssigt.

Gelatinestrichkulturen: Entlang des Striches anfangs als wolkiger Streifen, der sich später mehr trübt und ein milchiges Aussehen bekommt. Später dehnt sich die wolkige Trübung beiderseits aus, ebenso nach der Tiefe.

Agarstichkulturen: Wachstum nur im obersten Teil des Stiches. Auf der Oberfläche als anfangs kaum sichtbarer Belag, der später dicker, undurchsichtig und weisslich trübe wird.

Agarstrichkulturen: In 24 Stunden bei 35° C. überzieht sich die ganze Agaroberfläche mit einem wasserklaren, durchsichtigen, dünnen Belag, der nur bei geeigneter Beleuchtung als solcher sich zu erkennen giebt. Während der Belag an Dicke zunimmt, wird er gleichzeitig trübe und weniger durchsichtig und nimmt einen grau-weisslichen Schimmer an.

Bouillonkulturen: Trübung der Bouillon und Bildung eines grauen Bodensatzes, der sich durch Schütteln leicht in der Flüssigkeit verteilt. In Salpeterbouillon Zerstörung des Salpeters unter Entwicklung von Gas innerhalb  $2 \times 24$  Stunden.

**Kartoffelkulturen:** Auf Kartoffeln bildet sich ein dünner, glänzender, grülicher Belag.

**Pathogenität:** Für Mäuse und Kaninchen nicht pathogen.

Mit einem der bekannten denitrifizierenden Mikroorganismen ist der aus Glogauer Erde nicht identisch. Auch unter den bisher bekannten Bakterien finde ich keines, welches nach den morphologischen und kulturellen Eigenschaften mit dem fragl. übereinzustimmen scheint. Soweit mir eine Vergleichung möglich war, kann es sich nur um einen bisher noch nicht beschriebenen Bacillus handeln, den ich als *Bacillus denitrificans* III den denitrifizierenden Mikroorganismen eingruppiere. Der B. d. III gehört zu den energisch Salpeter zerstörenden Bakterien. Bei dem Denitrifikationsprozess tritt als Zwischenprodukt ständig Nitrit auf. In Kulturen behält der B. d. III seine Eigenschaft, Salpeter zu zerstören, nur etwa 4 Wochen bei; auch bei häufigem Weiterzüchten auf salpeterfreien Nährböden nimmt die Energie für die Denitrifikation ab, wogegen dieselbe durch Weiterzüchten in Salpeterbouillon gesteigert werden kann.

**Denitrifizierende Mikroorganismen der Zwätzener Erdprobe und der aus dem landwirtschaftlich-botanischen Garten.**

Dieselben feinen Stäbchen (*Bacillus denitrificans* III) der Glogauer Erde fanden sich auch in den Proben aus Zwätzen und in dem landwirtschaftlich-botanischen Garten. Die Kulturen liessen, mit einander verglichen, keine Unterschiede erkennen. Ausser dem B. d. III konnten aus der Erde des landwirtschaftlichen Gartens aber auch noch andere denitrifizierende Mikroorganismen isoliert werden. In den Gelatineplatten fanden sich sehr zahlreiche Kolonien mit Verflüssigung und Grünfärbung der Gelatine. In diesen Kolonien fanden sich kurze Stäbchen mit sehr lebhafter Eigenbewegung. Es erschien im ersten Augenblick nicht unwahrscheinlich, dass es sich auch hier um den *B. pyocyaneus* handeln möchte. Die weitere Untersuchung ergab jedoch wesentliche Unterschiede. Die fraglichen Mikroorganismen sind kürzer als der *Pyocyaneus*, nur etwa halb so lang, wachsen nicht bei Bruttemperatur, dagegen bei Zimmertemperatur gut und bilden bei 20° C. innerhalb 24 Stunden auf Agar einen ziemlich dicken, feucht glänzenden, weisslichen Belag. Die Grünfärbung tritt langsamer auf, der Farbstoff ist weniger intensiv und schimmert



mehr ins gelbliche, auch greift die Verflüssigung der Gelatine nur langsam um sich. Dazu kommt noch, dass der Farbstoff durch Chloroform nicht aus den Kulturen ausziehbar war. Dadurch unterscheiden sich aber alle anderen Mikroorganismen aus der Gruppe der fluoreszierenden Bacillen gerade von dem *Pyocyaneus*, aus dessen Kulturen sich ein blauer Farbstoff, das in Chloroform lösliche *Pyocyanin* ausschütteln lässt. (FLÜGGE, *Mikroorganismen* 1886, Bd. II, S. 297/99.) Es handelt sich demnach um einen anderen fluoreszierenden Mikroorganismus. Eine Vergleichung mit den bekannten Arten aus der Gruppe der fluoreszierenden Bacillen ergab nach den morphologischen und kulturellen Eigenschaften eine auffallende Ähnlichkeit mit dem *Bacillus fluorescens liquefaciens*. Wenn man andererseits berücksichtigt, dass der *Bacillus fluorescens liquefaciens* ausserordentlich variabel und weit verbreitet ist, so erscheint die Annahme durchaus gerechtfertigt, dass der aus der Erdprobe aus dem landwirtschaftlichen Garten gezüchtete *Bacillus* mit dem *Fluorescens liquefaciens* identisch ist.

Gelegentlich anderer Untersuchungen von Erdproben von dem landwirtschaftlichen Versuchsfelde in Zwätzen waren in den Gelatineplatten ebenfalls wieder zahlreiche Kolonien mit Verflüssigung und Grünfärbung gewachsen, aus welchen ebenfalls der *Bacillus fluorescens liquefaciens* gezüchtet werden konnte. In 0.1%iger Salpeterbouillon zerstört der *B. fluorescens liquefaciens* den Salpeter unter Gasentwicklung innerhalb 48 Stunden, wobei als Zwischenprodukt gleichmässig wie beim *Pyocyaneus* Nitrit nachgewiesen werden konnte. Die dem *Fluorescens liquefaciens* sehr ähnliche, nicht verflüssigende Art (*B. fluorescens non liquefaciens*) vermag nach WARRINGTON ebenfalls Nitrat zu reduzieren, aber nur bis zur Bildung von Nitrit. Es besteht hiernach zwischen den beiden Arten in dem Vermögen zu peptonisieren und zu reduzieren ein interessanter analoger Unterschied.

Es war demnach zum vierten Male gelungen, aus Erde einen denitrifizierenden Mikroorganismus zu isolieren, der sich von den früheren, abgesehen von der salpeterzerstörenden Eigenschaft, sicher unterscheidet und nach seinem morphologischen und kulturellen Verhalten mit dem *B. fluorescens liquefaciens* identisch ist.

Verhalten der denitrifizierenden Bodenbakterien bei steigenden Nitratgaben und in künstlicher Nährlösung.

In salpeterfreier GILTAJ'scher Nährlösung findet bei allen hier in Frage kommenden Mikroorganismen keine Fortentwicklung statt, dagegen vermögen dieselben sich längere Zeit lebensfähig zu erhalten, denn bei späterem Zusatz von Salpeter (14 Tage nach der Impfung) traten die bekannten Denitrifikationsprozesse noch ein. Ein Unterschied in dem Verhalten gegen Kalium- oder Natriumnitrat resp. Nitrit wurde nicht beobachtet. Die Versuche wurden derart angeordnet, dass die Kulturflüssigkeit in den Röhren einen Salpetergehalt erhielt, steigend von 0.1% um 0.1% bis zu 1.0%. Gleichzeitig wurden Parallelversuche mit Bouillon und künstlicher Nährlösung bei Brut- und Zimmertemperatur angestellt. Abgesehen von einem langsameren Ablauf der Denitrifikationsprozesse bei Zimmertemperatur wurden erhebliche Unterschiede bezüglich der Mengenverhältnisse des vergorenen Salpeters nicht beobachtet.

Die Tabelle Seite 110 giebt einen Überblick über den Ablauf des Denitrifikationsprozesses beim B. d. III, *Pyocyanus* und *Fluorescens liquefaciens* bei Zimmertemperatur (um 20° C.).

Wie auch aus der Tabelle Seite 110 ersichtlich, wird durch den B. *pyocyanus* der Salpeter am stärksten vergoren (0.8%), während der B. *denitrificans* III und B. *fluorescens liquefaciens* in Bouillon 0.6 resp. 0.5% Salpeter zerstören. Bei Bruttemperatur vergärt der *Pyocyanus* innerhalb 3 Tagen 0.1% Salpeter, während der Prozentsatz bei B. d. III sich nicht änderte. Doch wurde die gleiche Menge von dem B. d. III bei Bruttemperatur bereits innerhalb 48 Stunden zerstört. Die Verzögerung bei 20° C. gegenüber bei 35° C. betrug beim B. d. III demnach bis zur Vergärung gleicher Mengen 3 Tage. Der *Pyocyanus* zerstörte bei Zimmertemperatur nicht soviel Salpeter wie bei Bruttemperatur. Bei letzterer wurde innerhalb 48 Stunden bereits derselbe Prozentsatz vergoren wie bei Zimmertemperatur überhaupt und innerhalb 6 Tagen, nämlich 0.8%. Es geht aus diesen Parallelversuchen jedenfalls hervor, dass bei niederen Temperaturen die Verzögerung in den Denitrifikationsprozessen eine ganz erhebliche ist. In GILTAJ'scher Nährlösung verhielt sich der B. d. III ganz wie in Bouillon, bei 35° C. wurden innerhalb 48 Stunden 0.6% Salpeter zerstört, während bei

			Bacillus denitrificans III nach					
			24 Std.	48 Std.	3 Tagen	4 Tagen	5 Tagen	
2	Salpeterbouillon	0.1 %	Gas- blasen  Nitritreaktion	Schaum, Salpeter weg	Schaum, Nitrit- reaktion	Salpeter ver- schwun- den	Salpeter ver- schwun- den	Salpeter ver- schwun- den
2	"	0.2 "		Schaum,				
2	"	0.3 "		Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion
2	"	0.4 "						
2	"	0.5 "		Nitrit- reaktion	Nitrit- reaktion	Nitrit- reaktion	Nitrit- reaktion	Nitrit- reaktion
2	"	0.6 "						
2	"	0.7 "			Nitrit- reaktion	Nitrit- reaktion	Nitrit- reaktion	Nitrit- reaktion
2	"	0.8 "						
2	"	0.9 "			Nitrit- reaktion	Nitrit- reaktion	Nitrit- reaktion	Nitrit- reaktion
2	"	1.0 "						

			Bacillus pyocyaneus nach					
			24 Std.	2 Tg.	3 Tg.	4 Tg.	5 Tg.	6 Tg.
2	Salpeterbouillon	0.1 %	Gas- blasen  Nitritreaktion	Salpeter ver- schwund.	Schaum, Salpeter ver- schwunden	Schaum, Salpeter ver- schwunden	Schaum, Salpeter ver- schwunden	Schaum, Salpeter ver- schwunden
2	"	0.2 "		Schaum,				
2	"	0.3 "		Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion
2	"	0.4 "						
2	"	0.5 "		Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion
2	"	0.6 "						
2	"	0.7 "			Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion
2	"	0.8 "						
2	"	0.9 "			Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion
2	"	1.0 "						

			Bacillus fluorescens liquefaciens nach						
			24 Std.	2 Tg.	3 Tg.	4 Tg.	5 Tg.	6 Tg.	7 Tg.
2	Salpeterbouillon	0.1 %	Nitritreaktion	Salpeter weg	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion
2	"	0.2 "		Schaum,					
2	"	0.3 "		Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion
2	"	0.4 "							
2	"	0.5 "		Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion
2	"	0.6 "							
2	"	0.7 "			Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion
2	"	0.8 "							
2	"	0.9 "			Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion	Schaum, Nitrit- reaktion
2	"	1.0 "							

Zimmertemperatur 5 Tage bis zur Zerstörung der gleichen Menge vergingen. Dagegen verhielten sich die *Pyocyanus* und *Fluorescens liquefaciens* in GILTAY'scher Lösung wesentlich abweichend. Beide zerstörten in derselben weniger Salpeter als in der Bouillon. Der *Pyocyanus* zerstörte überhaupt nur 0.6% Salpeter und zwar bei 35° C. innerhalb 24 Stunden, bei Zimmertemperatur innerhalb 5 Tagen. Der *Fluorescens liquefaciens* vergor in GILTAY'scher Lösung innerhalb 10 Tagen nur 0.4%. Es machte sich also auch hier wieder und besonders beim *Pyocyanus* bemerklich, dass in an organischer Substanz reichen Nährböden der Salpeterverlust ein grösserer ist. Bezüglich der aus Heinrichswalder Erde gezüchteten Mikroorganismen (B. d. II STUTZER) wurde festgestellt, dass sie in Bouillon bei Bruttemperatur innerhalb 48 Stunden 1.0%, bei Zimmertemperatur innerhalb 4 Tagen 0.8% Salpeter zerstörten, dagegen in GILTAY'scher Lösung bei Bruttemperatur innerhalb 3 Tagen nur 0.7 und bei Zimmertemperatur innerhalb 5 Tagen 0.6%. Der aus Heinrichswalder Erde gezüchtete B. d. II verhielt sich demnach auch hier geringgradig abweichend von dem aus Pferdemist und Stroh gezüchteten, insofern als von dem letzteren 0.2 resp. 0.1% Salpeter weniger zerstört wurden.

#### Verhalten gegen Ätzkalk.

Die Versuche zum Nachweis, ob Ätzkalk auf die denitrifizierenden Erdbakterien hemmend wirke, wurden nach demselben Plan angestellt, wie Seite 90 angegeben. Das Ergebnis war ein ähnliches wie bei den salpeterzerstörenden Mistbakterien. Bei einem Ätzkalkgehalt von 0.1% verlief der Denitrifikationsprozess bei sämtlichen Erdbakterien ungestört, wie in ätzkalkfreien Nährlösungen. Bei 0.25% igem Ätzkalkgehalt war bei allen eine Verzögerung der Denitrifikation zu konstatieren, am stärksten bei dem *Bacillus denitrificans* III. In den Röhren mit Nährlösungen von 0.5% Ätzkalk trat nur bei dem *B. pyocyanus* Denitrifikation ein, der Salpeter verschwand in der Bouillon bei 35° C. erst am 4. Tage nach der Impfung, in der GILTAY'schen Lösung überhaupt nicht. Als Resultat der Versuche ergibt sich demnach, dass verhältnismässig grosse Mengen Ätzkalk erforderlich sind, um die durch die denitrifizierenden Erdbakterien hervorgerufenen Salpeterverluste zu verhüten.

## Verhalten gegen Schwefelsäure.

Die Versuchsordnung war wie Seite 92 angegeben, das Ergebnis ein ganz gleiches wie beim *B. denitrificans* I und II. In 0.088%iger Schwefelsäurebouillon trat bei allen aus der Erde gezüchteten denitrifizierenden Mikroorganismen ungeschwächtes Wachstum auf, in 0.176%iger Schwefelsäurebouillon vermochten dieselben hingegen nicht zu gedeihen. Es ergab sich demnach auch hier wie dort, dass die Schwefelsäure ein ausgezeichnetes Mittel ist, um die Denitrifikation zu verhüten.

Die Untersuchungen über denitrifizierende Mikroorganismen im Ackerboden haben zu dem Resultat geführt, dass solche fast regelmässig in der Ackerkrume vorkommen und zwar gewöhnlich andere, als die denitrifizierenden Bakterien des Mistes. Nur einmal wurde aus Erde der *Bacillus denitrificans* II gezüchtet. Die Annahme, dass die Stroh Bakterien, die ihre Gegenwart im Mist offenbar nur der Verfütterung von Häcksel verdanken, in erster Linie sich auch im Erdboden finden möchten, hat sich nach den diesseitigen Untersuchungen demnach nicht bestätigt. In den untersuchten Erdproben fanden sich dreimal als Salpeterzerstörer feine Stäbchen (*Bacillus denitrificans* III), nämlich in der Erde aus Glogau, Zwätzen und aus dem landwirtschaftlich-botanischen Garten, zweimal fand sich der *Bacillus fluorescens liquefaciens* und zwar in der Erde aus dem landwirtschaftlich-botanischen Garten und vom landwirtschaftlichen Versuchsfelde und aus der Höchster Erde endlich wurde als sehr energischer Salpeterzerstörer der *Bacillus pyocyaneus* isoliert. Die Zahl der denitrifizierenden Bakterien scheint demnach eine ziemlich grosse zu sein und ich zweifle nicht, dass bei weiteren Untersuchungen nach der fraglichen Richtung hin auch noch andere Mikroorganismen gefunden werden mögen, denen das gleiche Vermögen zukommt, Salpeter bis zur Entbindung von freiem Stickstoff zu reduzieren. Die aus Erde gezüchteten Bakterienarten — *Bacillus denitrificans* III, *Bacillus pyocyaneus* und *Bacillus fluorescens liquefaciens* — stehen in ihrer Wirkung dem Salpeter gegenüber den aus Stroh und Mist gezüchteten nicht nach, sie gehören zu den energisch salpeterzerstörenden Mikroorganismen. Bei der regelmässigen Anwesenheit von denitrifizierenden Mikroorganismen im Mist und in der Erde erscheint demnach die Möglichkeit des Zustandekommens erheblicher

Stickstoffverluste im Ackerboden, speciell bei Salpeterdüngung, nur zu wahrscheinlich. Diese Verluste werden um so bedeutender sein, je günstiger sich die Bedingungen für das Wachstum der denitrifizierenden Bakterien im Boden gestalten, und besonders abhängig sein von dem Feuchtigkeitsgehalt des Ackerbodens und der Temperatur. Je grösser die Bodenfeuchtigkeit und je höher die Temperatur, um so grösser dürften die Stickstoffverluste werden. Dazu kommt, dass die Gefahr für diese Verluste erheblich gesteigert wird bei der Düngung mit Stallmist und speciell mit Pferdemit, der an sich reicher an den schädlichen Mikroorganismen ist, als der Kuhmist.

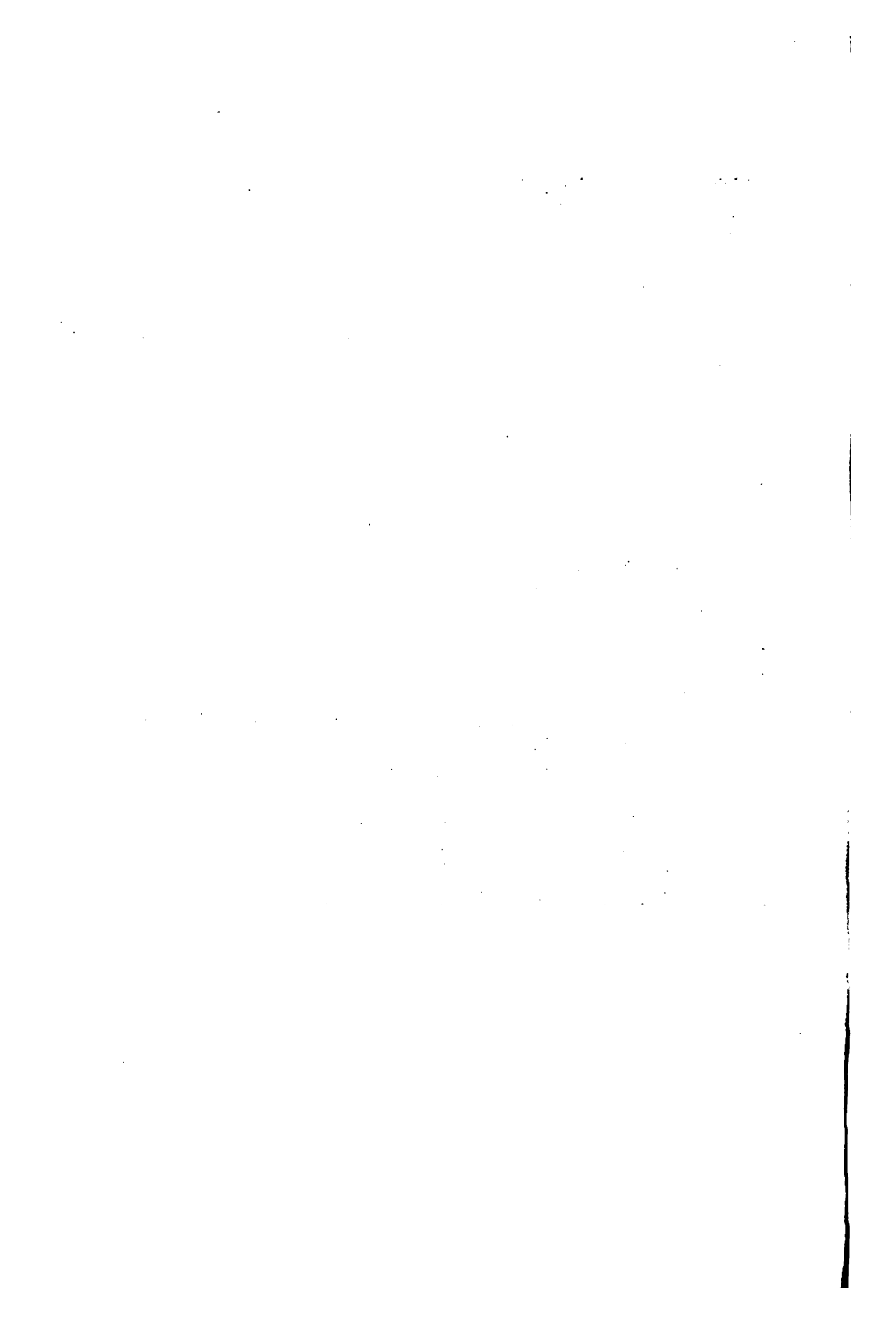
Kurz zusammengefasst ergibt sich demnach als Resultat der Untersuchungen über denitrifizierende Mikroorganismen im Ackerboden:

1. Im Ackerboden sind ziemlich regelmässig denitrifizierende Mikroorganismen vorhanden und zwar gewöhnlich andere Arten, als die im Mist vorkommenden.

2. Als denitrifizierende Bakterien des Ackerbodens ergaben sich der *Bacillus pyocyaneus*, der *Bacillus fluorescens liquefaciens* und ein bisher nicht beschriebener Mikroorganismus, der *Bacillus denitrificans* III.

3. Die Salpeterverluste, welche durch die bezeichneten denitrifizierenden Erdbakterien entstehen können, sind ebenso erheblich, wie diejenigen durch die denitrifizierenden Mikroorganismen des Mistes.

4. Die Schwefelsäure wirkt, wie für die denitrifizierenden Bakterien des Mistes, ebenso auch für die denitrifizierenden Erdbakterien stark entwicklungshemmend. In Nährlösungen mit 0.17% Schwefelsäure tritt kein Wachstum ein.



Mitteilungen aus der landw. Versuchs-Station  
und dem agrikultur-chemischen Laboratorium der  
Universität Jena.

---

XI. Über Denitrifikationsvorgänge.<sup>1)</sup>

Von

Th. PFEIFFER und O. LEMMERMANN.

---

Im Anschluss an vorstehende Arbeit des Herrn Medizinal-assessor Dr. KÜNNEMANN „Über denitrifizierende Mikroorganismen“ fiel uns, dem gemeinsamen Arbeitsplan entsprechend, die Aufgabe zu, die Lebensbedingungen der von KÜNNEMANN in Reinkulturen gezüchteten verschiedenen Formen von denitrifizierend wirkenden Bakterien vom rein chemischen Standpunkt aus weiter zu verfolgen.

In erster Linie schien es uns zweckmässig zu sein, Stoffwechseluntersuchungen, namentlich also quantitative Bestimmungen der produzierten Gasmengen auszuführen, da die bislang in dieser Richtung von GILTAY und ABERSON, von BURRI und STUTZER, sowie von AMPOLA und GARINO angestellten Untersuchungen einzelne Widersprüche erkennen lassen. Die Angaben über die Menge des aus Salpeter in elementarer Form abgespaltenen Stickstoffs schwanken ziemlich bedeutend, und auch die Frage, ob beim Denitrifikationsprozess in GILTAY'scher Lösung freie Kohlensäure abgeschieden wird, findet eine verschiedene Beantwortung. Wir vermuteten, dass die erwähnten Unterschiede auf die geringen Gasmengen, welche namentlich AMPOLA und GARINO für ihre Versuche verwendet haben, zurückgeführt werden könnten, da dann selbstverständlich der geringste,

---

<sup>1)</sup> Über die Hauptergebnisse der hier mitgeteilten Versuche, bei denen wir uns wiederum einer Unterstützung von seiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft zu erfreuen hatten, wurde bereits in einer Sektionssitzung für Agrikulturchemie der diesjährigen Naturforscherversammlung in gedrängter Kürze berichtet. Die Arbeiten haben inzwischen mehrfache Ergänzungen erfahren.



oft unvermeidliche Fehler ausschlaggebend wirken kann. Aus diesem Grunde haben wir uns einen Apparat konstruiert, welcher das Auffangen etwas grösserer Gasmengen und gleichzeitig das genaue Messen derselben durch Wägen des verdrängten Quecksilbers, sowie auch die nachfolgende Untersuchung unter Benutzung des gleichen Prinzips gestattet, und der sich bei unseren Versuchen vortrefflich bewährt hat. Eine nähere Besprechung desselben folgt, da er auch anderen Zwecken dienstbar gemacht werden kann, in einer besonderen Publikation.<sup>1)</sup> Hier sei deshalb lediglich bezüglich der Zuverlässigkeit der von uns benutzten Methode kurz erwähnt, dass ein analytisch festgestelltes Kohlensäurequantum entwickelt und im Gemenge mit einem gemessenen Luftvolumen in dem Apparat aufgefangen, gemessen und analysiert wurde. Bei der Analyse fanden wir von der angewandten Kohlensäuremenge: 100.22, 99.63, 100.18, 99.65, im Mittel 99.92%.

Die ersten Versuche wurden mit der von KÜNNEMANN aus Pferdekot und Stroh gezüchteten Form, welche als eine Varietät der von BURRI und STUTZER als *B. denitrificans* II bezeichneten Form erkannt wurde, in GILTAY'scher Nährlösung<sup>2)</sup> angestellt.

Ausgewogene Gärkölbchen wurden mit 250 ccm GILTAY'scher Nährlösung unter Zusatz von 25 ccm einer annähernd 2 $\frac{1}{2}$ %igen Nitratlösung beschickt, gewogen und sterilisiert. Nach erfolgter Abkühlung wurden die Kölbchen wieder gewogen, dann geimpft und mit dem zum Auffangen der Gärprodukte vorgerichteten Apparat verbunden. Die Wägung vor und nach dem Sterilisieren war nötig, um die Menge des verdampften Wassers zu ermitteln, da nur so die in den Kölbchen eingeschlossene Luftmenge genau berechnet werden konnte. Die am Apparat befindlichen, mit Luft gefüllten Ableitungsröhrchen sind selbstverständlich ebenfalls ausgewogen. Endlich ist auch das in der Gärflüssigkeit gelöste Luftvolumen zu berücksichtigen, was anscheinend von

<sup>1)</sup> Seite 143 dieses Heftes.

<sup>2)</sup> Nach BURRI und STUTZER, Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde, II. Abteilung, Bd. I, S. 393.

2 g Dextrose	} Dextrose einerseits und die übrigen Bestandteile andererseits für sich gelöst. Letztere Mischung während des Kochens mit Soda neutralisiert. Dann beide Lösungen zusammengegeben und zum Liter aufgefüllt.
2 „ Magnesiumsulfat	
5 „ Citronensäure	
2 „ Kaliumphosphat	
0.2 „ Calciumchlorid	
2 Tropfen Eisenchlorid	

BURRI und STUTZER nicht geschehen ist. Es musste zunächst zweifelhaft sein, ob der Lösungskoeffizient der GILTAY'schen Nährlösung derjenige des reinen Wassers ist. Wir haben deshalb mit Hilfe unseres Apparates einige diesbezügliche Versuche angestellt, wobei wir aber so geringe Abweichungen fanden (bei  $14.2^{\circ}$  C. z. B. 1.94 statt 1.82 für reines Wasser), dass wir getrost die Löslichkeit der Gase in GILTAY'scher Nährflüssigkeit und in reinem Wasser als gleichwertig annehmen konnten. Handelt es sich doch überhaupt nur um wenige Kubikcentimeter, so dass ein etwaiger kleiner Fehler unter keinen Umständen irgendwie ins Gewicht fallen kann. Die Gärkölbchen blieben dann in einem auf  $36^{\circ}$  C. eingestellten Wasserbad, bis nach etwa 4 Tagen die Gasentwicklung vollständig beendet war. Das Übertreiben der alsdann noch in den Kölbchen vorhandenen Gase erfolgte durch Kochen resp. mit Hilfe von Wasserdruck in der an genannter Stelle näher angegebenen Weise. Dort finden sich auch Einzelheiten über den von uns eingeschlagenen Weg, um das schliesslich noch im Ableitungsrohr verbleibende Gas fehlerfrei berücksichtigen zu können. Die zurückbleibende Gärflüssigkeit wurde auf 500 ccm aufgefüllt, und erfolgte in aliquoten Teilen derselben die Stickstoffbestimmung; Nitrate oder Nitrite waren nicht mehr nachweisbar.

Bei der Untersuchung des aufgefangenen Gesamtgasvolumens diente Kalilauge zur Absorption der Kohlensäure, eine alkalische Lösung von Pyrogallussäure zur Absorption von Sauerstoff plus Kohlensäure<sup>1)</sup> (eine Differenzrechnung ergab den Gehalt an Sauerstoff); auf brennbare Gase wurde in bekannter Weise auf dem Wege der Explosion, nach Beimischung von Knallgas, geprüft, bei den Versuchen mit GILTAY'scher Lösung aber, wie vorweg bemerkt sein mag, mit völlig negativem Ergebnis; ebenso konnte keine Oxydationsstufe des Stickstoffs nachgewiesen werden; der von obigen Reagentien unabsorbiert gelassene Gasrest war somit als elementarer Stickstoff anzusprechen.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen lassen wir die Endergebnisse unserer Versuchsprotokolle, alle Angaben unter Berücksichtigung der Tension des Wasserdampfs auf  $0^{\circ}$  C. und 760 mm Druck umgerechnet, folgen. Es würde zu weit führen

<sup>1)</sup> Unser Apparat gestattet, verschiedene Gasmengen zur Bestimmung der einzelnen Bestandteile zu benutzen und ferner, worauf wir grossen Wert legen, Parallelbestimmungen auszuführen.

wenn wir die gewogenen Quecksilbermengen, die unkorrigierten Gasmengen, die Thermometer- und Barometerangaben sämtlich mitteilen wollten. In der mehrfach erwähnten Beschreibung des benutzten Apparats wird der Gang der Untersuchung auch an einem Beispiel der vorliegenden Versuche bis in alle Einzelheiten dargelegt werden, worauf wieder verwiesen sein mag.

Versuch I: vom 8. bis 12. März 1897.

a) Gärkolben, Flüssigkeit u. s. w. vor Beginn des Versuchs mit 17.88 ccm O und 67.44 ccm N . . . . . = 85.32 ccm Luft.

b) Gefunden Gesamtgas . . . . . = 166.92 „

c) Im Gesamtgas Kohlensäure:

27.55 ccm hinterlassen 24.33 ccm, demnach 3.22 ccm CO<sub>2</sub> = 11.69 %

34.41 „ „ 30.03 „ „ 4.38 „ „ = 12.73 „

Mittel = 12.21 %.

d) Im Gesamtgas Sauerstoff:

49.76 ccm hinterl. 42.67 ccm, demnach 7.09 ccm CO<sub>2</sub> + O = 6.07 ccm CO<sub>2</sub> } = 2.05 %  
+ 1.02 „ O }

28.08 „ „ 23.79 „ „ 4.29 „ „ + O = 3.43 ccm CO<sub>2</sub> } = 3.06 „  
+ 0.86 „ O }

Mittel = 2.55 %.

e) Gesamt-Bilanz:

	Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff
Nach Beendigung . . . . .	20.38 ccm	4.26 ccm	142.28 ccm
Vor Beginn . . . . .	—	17.88 „	67.44 „
Bei der { erzeugt . . . . .	20.38 ccm	—	74.84 ccm
Gärung { verbraucht . . . . .	—	13.62 ccm	—

f) Stickstoff-Bilanz:

In der zugesetzten Nitratlösung = 0.1038 g N.

Wiedergefunden in elementarer Form = 74.84 ccm = 0.0940 g = 90.56 %

„ in der Gärflüssigkeit . . . . . = 0.0176 „ = 16.95 „

Summa = 0.1116 g.

Versuch II: vom 13. bis 18. März 1897.

a) Gärkolben, Flüssigkeit u. s. w. vor Beginn des Versuchs mit 21.04 ccm O und 79.20 ccm N . . . . . = 100.24 ccm Luft.

b) Gefunden Gesamtgas . . . . . = 167.17 „

## c) Im Gesamtgas Kohlensäure:

24.32 ccm hinterlassen 22.65 ccm, demnach 1.67 ccm  $\text{CO}_2 = 6.87\%$ 

22.64 " " 21.02 " " 1.62 " " = 7.15 "

Mittel = 7.01 %.

## d) Im Gesamtgas Sauerstoff:

49.55 ccm hinterl. 45.55 ccm, demnach 4.00 ccm  $\text{CO}_2 + \text{O} = 3.47 \text{ ccm CO}_2$ 

+ 0.53 " O } - 1.07 %

32.64 " " 29.75 " " 2.89 " " + 0 = 2.29 ccm  $\text{CO}_2$ 

+ 0.60 " O } - 1.84 %

Mittel = 1.45 %.

## e) Gesamt-Bilanz:

	Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff
Nach Beendigung . .	11.72 ccm	2.42 ccm	153.08 ccm
Vor Beginn . . . .	—	21.04 "	79.20 "
Bei der Gärung { erzeugt . .	11.72 ccm	—	73.88 ccm
{ verbraucht . .	—	18.62 ccm	—

## f) Stickstoff-Bilanz:

In der zugesetzten Nitratlösung = 0.1088 g N.

Wiedergefunden in elementarer Form = 73.83 ccm = 0.0927 g = 89.31 %

" in der Gärflüssigkeit. . . . . = 0.0124 " = 11.95 "

Summa = 0.1051 g.

Bei Versuch I müssen sich sowohl bei der Bestimmung der Kohlensäure und des Sauerstoffs, als auch bezüglich der Stickstoffbilanz Fehler eingeschlichen haben, die sogar auf den ersten Blick ziemlich bedeutend zu sein scheinen. Die betreffenden Paralleluntersuchungen weichen um rund 1% voneinander ab. Der absolute Fehler beträgt somit  $\pm 0.3$  bis 0.4 ccm Gas. Hieran können drei Ursachen beteiligt sein: Fehler bei Bestimmung des zur Absorption benutzten Gasvolumens durch Wägen des verdrängten Quecksilbers, Fehler durch unvollständige Absorption und Ablesefehler nach der Absorption. Die beiden zuletzt erwähnten Punkte kommen namentlich bei der Bestimmung des Sauerstoffs unter Benutzung von Pyrogallussäure in Betracht. Es wird sich daher unserer Ansicht nach kaum vermeiden lassen, dass gelegentlich obige Fehlergrösse erreicht wird, und es fragt sich deshalb nur, ob derartige Versuche als misslungen auszusprechen sind. In dieser Beziehung machen wir darauf aufmerksam, dass das Hauptergebnis, die Menge des in elementarer Form abgespaltenen Stickstoffs, in beiden Versuchen völlig genügende Übereinstimmung erkennen lässt, so dass der bei I begangene Fehler unter keinen Umständen ausschlaggebend gewirkt haben kann. Hätten wir keine Parallelbestimmungen ausgeführt, wie dies z. B. bei BURRI und STUTZER der Fall ist, so würde

überhaupt kein Zweifel an der Zuverlässigkeit des Endergebnisses aufgetaucht sein. Bei der Stickstoffbilanz ergibt sich ein Plus von 0.0068 g, und gilt hierfür ähnliches, wie das eben Angeführte: wir haben erfreulicherweise bessere Ergebnisse zu verzeichnen, aber das vorliegende ist deshalb noch nicht völlig unbrauchbar.

Immerhin wird man Versuch II, bei welchem sich die erwähnten Fehler erheblich niedriger stellen, eine grössere Beweiskraft beimessen.

Als Schlussfolgerungen ergeben sich:

1. Die Menge des in elementarer Form durch *B. denitrificans* II var. abgespaltenen Stickstoffs betrug bei Verwendung von GILTAY'scher Lösung als Nährboden rund 90% des zugesetzten Nitratstickstoffs. „Im schroffen Gegensatz zu dem von GILTAY und ABERSON<sup>1)</sup> gefundenen Resultate“ stellten BURRI und STUTZER fest, dass rund 80% Nitratstickstoff in die elementare Form übergeführt wurden, während die erstgenannten Autoren in dieser Richtung die Zahl 98.9—99.6 ermittelten. Unsere Ergebnisse halten zwischen diesen Angaben die Mittelstrasse.

Die Denitrifikation scheint demnach vielleicht graduell verschieden verlaufen zu können, wobei die Varietäten des *B. denitrificans* II oder geringfügige Unterschiede in der Versuchsanordnung, die man bislang noch nicht zu übersehen vermag, im Spiel sein mögen. Andererseits bleibt es beachtenswert, dass auch bei uns, ähnlich wie bei BURRI und STUTZER, ein nicht zu übersehender Teil des Nitratstickstoffs in Form organischer Substanz in der Gärflüssigkeit zurückgeblieben und somit offenbar an der Entwicklung der sich vermehrenden Bakterien aktiv beteiligt gewesen ist.

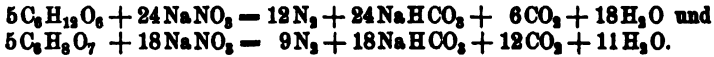
2. Unter den genannten Verhältnissen wurde Kohlensäure in deutlich feststellbaren Mengen unter den Gärprodukten nachgewiesen; die letzteren (selbstverständlich unter Berücksichtigung der beigemischten Luft, also z. B. 20.38 : 95.22 = x : 100) enthielten 21.4 resp. 13.7% CO<sub>2</sub>, während AMPOLA und GABINO<sup>2)</sup> ungefähr 15% fanden, BURRI und STUTZER (l. c.) dagegen ein kohlenstofffreies Gasgemisch erzielten. Wir hatten das Auftreten von Kohlensäure von Anfang an erwartet und haben uns

<sup>1)</sup> Die Originalarbeit (Extrait des Archives Néerlandaises, T. 25, p. 341) dieser Autoren ist uns leider nicht zugänglich.

<sup>2)</sup> loc. cit. S. 427.

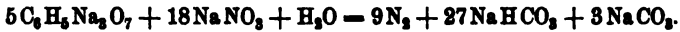
<sup>3)</sup> Centralblatt für Bakteriologie, II. Abteilung, II. Band, S. 675.

auch in diesem Sinne in dem erwähnten, auf der Naturforscher-versammlung gehaltenen Vortrag ausgesprochen. Denn bei der Oxydation der organischen Substanz (Dextrose und Citronensäure) schien uns bereits mehr Kohlensäure entstehen zu können, als durch das aus dem Salpeter freiwerdende Alkali gebunden werden kann, wie dies die folgenden Gleichungen erkennen lassen:



Der aus der Luft verbrauchte Sauerstoff, welcher die freie Kohlensäure natürlich noch vermehren muss, bleibt hierbei unberücksichtigt.

Wir hatten hierbei aber leider übersehen, dass es sich in der GILTAÿschen Nährlösung nicht um freie Citronensäure, sondern um das Alkalisalz derselben handelt, wodurch sich die Sachlage wesentlich ändert, denn hierfür besitzt folgende Gleichung Gültigkeit:



Hier findet also nicht nur keine Abspaltung von freier Kohlensäure statt, sondern das erzeugte neutrale Kaliumkarbonat bietet auch noch die Möglichkeit zur Absorption der mit Hilfe des Luftsauerstoffs entstandenen Kohlensäure. Aus der Menge des gefundenen elementaren Stickstoffs kann man nach obiger Gleichung selbstverständlich berechnen, wieviel Kohlensäure (durch Oxydation des Luftsauerstoffs entstanden) in jedem einzelnen Falle auf gedachtem Wege gebunden zu werden vermag, und diese Zahl lässt sich dann weiter mit dem Sauerstoffverbrauch aus der Luft resp. der entsprechenden Kohlensäuremenge vergleichen. Bei Versuch I fanden wir z. B.: 94.0 mg Stickstoff entbunden, 10.5 mg Sauerstoff verbraucht; 9 Moleküle N werden bei gleichzeitiger Bildung von  $3\text{Na}_2\text{CO}_3$ , die  $3\text{CO}_2$  zu absorbieren vermögen, entbunden, folglich konnten bei diesem Versuch noch 49.2 mg  $\text{CO}_2$  festgelegt werden, während dem verbrauchten Luftsauerstoff 26.8 mg  $\text{CO}_2$  entsprechen. Die gleiche Rechnung ergibt:

	Dem elementaren Stickstoff entspricht eine Kohlensäure- menge von	Dem verbrauchten Luftsauerstoff entspricht eine Kohlensäure- menge von
Versuch von BURRI u. STUTZER . . .	19.1 mg	2.9 mg
Vorliegende Versuche I. . . . .	49.2 "	26.8 "
" " II . . . . .	48.5 "	36.6 "

In allen drei Fällen hätte somit eine Abspaltung von gasförmiger Kohlensäure nicht einzutreten brauchen, vorausgesetzt, dass lediglich oder mindestens vorwiegend das Alkalisalz der Citronensäure dem Oxydationsprozess anheimgefallen wäre. Thatsächlich waren aber, wie erwähnt, in den von uns aufgefangenen Gasgemischen, in Übereinstimmung mit den Versuchen von AMPOLA und GARINO, grössere Kohlensäuremengen vorhanden, und es müssen demnach Unterschiede in der Ernährungsweise der Bakterien vorliegen. BURRI und STUTZER haben zwar gezeigt (l. c. S. 398), dass die Citronensäure aus der Nährlösung nicht fortgelassen werden darf, ohne erhebliche Störungen in der Entwicklung von *B. denitrificans* II zu veranlassen, aber dies besagt natürlich nicht, dass die genannte Quelle das einzige organische Nährmaterial sei. Sobald jedoch Dextrose in erheblicherem Grade an den Oxydationsvorgängen beteiligt ist, muss sich freie Kohlensäure unter den Gärprodukten zeigen.

Ein Umstand muss hierbei allerdings noch berücksichtigt werden. Die Lösungen der primären Alkalikarbonate sind in der Wärme unbeständig, ein Teil der Kohlensäure wird unter Bildung der sekundären Salze in Freiheit gesetzt. In einer so verdünnten Lösung, wie solche bei den vorliegenden Versuchen nur entstehen kann, erreicht dieser Umsetzungsprozess aber nur einen sehr geringen Umfang. Nehmen wir an, dass bei unseren Versuchen lediglich das Alkalisalz der Citronensäure der Oxydation anheimgefallen wäre, was thatsächlich nicht der Fall gewesen sein kann, so hätten sich höchstens 0.9335 g  $\text{NaHCO}_3$  bilden können. Eine Lösung von 1.0 g  $\text{NaHCO}_3$  in dem benutzten Flüssigkeitsquantum von 275 ccm entwickelte aber beim Kochen im Mittel von zwei Bestimmungen nur 15 mg  $\text{CO}_2$ , so dass auch dieser Einwand hinfällig wird.

Die eben besprochenen verschiedenen Ernährungsverhältnisse glauben wir auch zur Deutung der bei unseren Versuchen hervortretenden Unterschiede in den Kohlensäuremengen benutzen zu können. Merkwürdigerweise ist nämlich die Kohlensäureproduktion da am niedrigsten, wo der Sauerstoffverbrauch am höchsten ist, und umgekehrt, während eigentlich ein Parallelgehen beider Momente zu erwarten wäre. Einem ganz ähnlichen Verhalten werden wir auch bei späteren Versuchen begegnen, so dass der

etwaige Verdacht, es könne sich einfach um einen Versuchsfehler handeln, ausgeschlossen ist.

Wir glauben mithin eine Erklärung dafür geben zu können, dass gelegentlich überhaupt keine Kohlensäure, gelegentlich aber grössere oder kleinere Mengen hiervon unter den gasförmig zur Untersuchung gelangenden Stoffwechselprodukten angetroffen werden; wie es aber kommt, dass unter anscheinend gleichen Bedingungen Citrate und Dextrose in wechselnder Menge der Oxydation verfallen, vermögen wir nicht zu sagen.

In gleicher Weise sind dann weiter Gärversuche mit *B. denitrificans* II var. unter Benutzung von Nitratbouillon als Nährlösung angestellt. Die Ausführung derselben bot eine praktische Schwierigkeit, indem beim Erhitzen der Kölbchen nach beendigter Gärung heftiges Schäumen ungemein störend wirkte. Der Zusatz einiger Paraffinstückchen, die sich bei Bruttemperatur natürlich nicht verflüssigen, half wenig; ebenso hat sich die Verwendung von Tannin zur nachträglichen Koagulation der Eiweissstoffe nicht bewährt. Schliesslich haben wir die Flüssigkeit mit grösster Vorsicht zum schwachen Sieden erhitzt und dann das noch im Kölbchen befindliche Gas mit heissem Wasser in die Messgefässe gedrückt. Es hat sich aber trotzdem, wenigstens bei den ersten Versuchen, nicht ganz vermeiden lassen, dass nicht doch geringe Spuren der Gärflüssigkeit in das Ableitungsrohr gelangten und so der Stickstoffbestimmung entgingen. Dies muss bei Aufstellung der Bilanz berücksichtigt werden.

Ausserdem haben wir vorzuschicken, dass der Absorptionskoeffizient der Nitratbouillon für Luft selbstverständlich ein anderer ist, als derjenige des reinen Wassers. Da absolute Genauigkeit für unsere Zwecke aus leicht verständlichen Gründen nicht erforderlich war, so haben wir uns auf die Bestimmung des betreffenden Wertes bei zwei verschiedenen Temperaturen beschränkt.

	Absorptionskoeffizienten	
	der	des Wassers
	Nitratbouillon (zum Vergleich beigelegt)	
bei 11.2° C. . . . .	= 0.65 %	1.95 %
bei 21.3° C. . . . .	= 0.58 %	1.69 %

Von diesen Zahlen haben wir bei den eigentlichen Versuchen auf dem Wege der Interpolation Gebrauch gemacht.



## Versuch I: vom 22. bis 26. März 1897.

a) Gärkolben, Flüssigkeit u. s. w. vor Beginn des Versuchs mit 20.31 ccm O und 76.61 ccm N. . . . . = **96.92 ccm Luft.**

b) Gefunden Gesamtgas . . . . . = **204.29 "**

c) Im Gesamtgas Kohlensäure:

37.72 ccm hinterlassen 33.21 ccm, demnach 5.51 ccm CO<sub>2</sub> = 14.61 %

35.02 " " 29.72 " " 5.30 " " = 15.13 "

**Mittel = 14.87 %.**

d) Im Gesamtgas Sauerstoff:

57.57 ccm hinterl. 46.75 ccm, demn. 10.82 ccm CO<sub>2</sub> + O = 8.56 ccm CO<sub>2</sub> } = 3.92 %  
+ 2.26 " O }

39.57 " " 31.47 " " 8.10 " " + O = 5.88 ccm CO<sub>2</sub> } = 5.61 "  
+ 2.22 " O }

**Mittel = 4.76 %.**

e) Im Gesamtgas Wasserstoff:

15.27 ccm hinterl. 14.54 ccm, demnach 0.73 ccm H = 4.78 %.

f) Gesamt-Bilanz:

	Kohlensäure	Sauerstoff	Wasserstoff	Stickstoff
Nach Beendigung . . .	30.38 ccm	9.72 ccm	9.76 ccm	154.42 ccm
Vor Beginn . . . . .	—	20.31 "	—	76.61 "
Bei der { erzeugt . . .	<b>30.38 ccm</b>	—	9.76 ccm	77.81 ccm
Gärung { verbraucht . .	—	10.59 ccm	—	—

g) Stickstoff-Bilanz:

In der Bouillon = 0.7100 g N, in der Nitratlösung = 0.1038 g N.

Wiedergef. in element. Form = 77.81 ccm = 0.0977 g = 94.12 % des Nitrat-N.

" in der Gärflüssigkeit . . = 0.7196 g

**Summa = 0.8173 g = 100.43 % des Ges.-N.**

## Versuch II: vom 27. bis 30. März 1897.

a) Gärkolben, Flüssigkeit u. s. w. vor Beginn des Versuchs mit 16.58 ccm O und

62.51 ccm N. . . . . = **79.09 ccm Luft.**

b) Gefunden Gesamtgas . . . . . = **194.70 "**

c) Im Gesamtgas Kohlensäure:

39.62 ccm hinterlassen 32.99 ccm, demnach 6.63 ccm CO<sub>2</sub> = 16.74 %

36.61 " " 30.32 " " 6.29 " " = 17.18 "

**Mittel = 16.96 %.**

d) Im Gesamtgas Sauerstoff:

56.08 ccm hinterl. 43.96 ccm, demn. 12.12 ccm CO<sub>2</sub> + O = 9.51 ccm CO<sub>2</sub> } = 4.65 %  
+ 2.61 " O }

36.27 " " 27.85 " " 8.42 " " + O = 6.15 ccm CO<sub>2</sub> } = 6.23 %  
+ 2.27 " O }

**Mittel = 5.44 %.**

e) Im Gesamtgas Wasserstoff:

8.97 ccm hinterlassen 8.52 ccm, demnach 0.45 ccm Wasserstoff = 5.02 %.

f) Gesamt-Bilanz:

	Kohlensäure	Sauerstoff	Wasserstoff	Stickstoff
Nach Beendigung . . . . .	33.03 ccm	10.59 ccm	9.79 ccm	141.32 ccm
Vor Beginn . . . . .	—	16.58 „	—	62.51 „
Bei der { erzeugt . . . . .	33.03 ccm	—	9.79 ccm	78.81 ccm
Gärung { verbraucht . . . . .	—	5.99 ccm	—	—

g) Stickstoff-Bilanz:

In der Bouillon = 0.7100 g N, in der Nitratlösung = 0.1038 g N.  
 Wiedergef. in element. Form = 78.81 ccm = 0.0989 g = 95.32 % d. Nitrat-N.  
 „ in der Gärflüssigkeit . . . = 0.6960 g.  
Summa = 0.7949 g = 97.68 % des Ges.-N.

Versuch III: vom 1. bis 4. April 1897.

a) Gärkolben, Flüssigkeit u. s. w. vor Beginn des Versuchs mit 18.57 ccm O und

70.03 ccm N. . . . . = 88.60 ccm Luft.

b) Gefunden Gesamtgas . . . . . = 234.12 „

c) Im Gesamtgas Kohlensäure:

30.52 ccm hinterl. 22.94 ccm, demnach 7.58 ccm CO<sub>2</sub> = 24.84 %  
 42.04 „ „ 31.36 „ „ 10.68 „ „ = 25.40 %  
Mittel = 25.12 %.

d) Im Gesamtgas Sauerstoff:

73.34 ccm hinterl. 51.26 ccm, demn. 22.08 ccm CO<sub>2</sub> + O = 18.42 ccm CO<sub>2</sub> } = 4.99 %  
 + 3.66 „ O }  
 56.85 „ „ 39.40 „ „ 17.45 „ „ + O = 14.28 ccm CO<sub>2</sub> } = 5.57 %  
 + 3.17 „ O }  
Mittel = 5.28 %.

e) Im Gesamtgas Wasserstoff:

13.87 ccm hinterl. 13.12 ccm, demnach 0.75 ccm H = 5.41 %.

f) Gesamt-Bilanz:

	Kohlensäure	Sauerstoff	Wasserstoff	Stickstoff
Nach Beendigung . . . . .	58.81 ccm	12.36 ccm	12.67 ccm	150.28 ccm
Vor Beginn . . . . .	—	18.57 „	—	70.03 „
Bei der { erzeugt . . . . .	58.81 ccm	—	12.67 ccm	80.25 ccm
Gärung { verbraucht . . . . .	—	6.21 ccm	—	—

g) Stickstoff-Bilanz:

In der Bouillon = 0.8900 g N, in der Nitratlösung = 0.1038 g N.  
 Wiedergef. in element. Form = 80.25 ccm = 0.1008 g = 97.11 % d. Nitrat-N.  
 „ in der Gärflüssigkeit, Bestimmung missglückt.

Auch hier haben sich einige grössere Differenzen bei den Sauerstoffbestimmungen nicht vermeiden lassen, auf deren Ursachen wir nicht nochmals zurückkommen wollen. Der wahrscheinliche Fehler des arithmetischen Mittels beträgt im schlimmsten Falle sogar  $\pm 0.84\%$ . Auf das Gesamtgasvolumen umgerechnet würden wir demnach bezüglich des elementaren Stickstoffs einen Fehler von  $\pm 1.71$  ccm =  $2.19\%$  anzunehmen haben. Da aber diese Versuche in dreifacher Anzahl mit nicht sehr erheblichen Abweichungen in den Endergebnissen ausgeführt worden sind, so besitzt das Mittel der letzteren natürlich eine grössere Wahrscheinlichkeit, als es nach der eben angeführten Zahl den Anschein hat. Der hierbei zu berücksichtigende wahrscheinliche Fehler beträgt nämlich  $\pm 0.87\%$  und kann somit für vorliegende Zwecke als unwesentlich bezeichnet werden.

Bei der Stickstoff-Bilanz macht sich der bereits erwähnte Umstand, dass nämlich durch das Erhitzen der Gärflüssigkeit geringe Mengen der letzteren in das Ableitungsrohr mitgerissen wurden, störend bemerkbar. Mehrere Versuche, bei welchen sogar Flüssigkeit in das Gassammelgefäss übergetreten war, mussten aus diesem Grunde gänzlich ausgeschaltet werden.

Als Schlussfolgerungen ergeben sich:

1. Die Menge des durch *B. denitrificans* II var. in elementarer Form abgespaltenen Stickstoffs ist bei Verwendung von Nitratbouillon grösser, als bei Benutzung von GILTAY'scher Lösung. Bei unseren Versuchen stehen sich  $95.52\%$  und  $89.93\%$  als Mittelwerte gegenüber. Von dem zugesetzten Nitratstickstoff sind demnach nur wenige Prozente von den Bakterien in der Flüssigkeit festgelegt, so dass letztere, da ihr Stickstoffbedarf wohl kaum geringer, als in GILTAY'scher Nährlösung, sein dürfte, nicht ausschliesslich auf Nitrate als Stickstoffquelle angewiesen sein können, was übrigens auch dadurch bewiesen wird, dass diese Mikroorganismen in einer nitratfreien Bouillon ebenfalls zu wachsen vermögen. Für die Entscheidung der Frage, welche Ursache dem Denitrifikationsprozess zu Grunde liegt, wie es kommt, dass der Salpeter zerlegt wird, scheint uns dies bedeutungsvoll zu sein, und werden wir später darauf zurückkommen.

2. Die aufgefangenen gasförmigen Gärprodukte enthalten erheblich mehr Kohlensäure — im Mittel  $31.2\%$  —, als bei den Versuchen mit GILTAY'scher Nährlösung. Dies steht selbstverständlich mit dem Fehlen von citronensaurem Alkali in Zu-

sammenhang, wodurch bedeutend weniger Kohlensäure gebunden werden kann. Bei den einzelnen Versuchen gehen Kohlensäureproduktion und Sauerstoffverbrauch auch hier durchaus nicht Hand in Hand, wofür wir ebenfalls kleine Unterschiede in der Ernährungsweise der Bakterien verantwortlich machen möchten. Die gefundenen Kohlensäuremengen beweisen, dass die Denitrifikation sich auch in einer an diesem Gase ziemlich reichen Atmosphäre vollziehen kann, ein Punkt, der uns später näher beschäftigen wird.

3. Beim Wachsen in Nitratbouillon erzeugt *B. denitrificans* II var. Wasserstoff, dessen Menge sich in den drei Versuchen ziemlich gleich stellt, wodurch der Mangel von Parallelanalysen, deren Ausführung die zur Verfügung stehenden Gasmengen nicht gestatteten, ausgeglichen wird. Es ist möglich, dass das als Wasserstoff bezeichnete Gas Spuren von Kohlenwasserstoffen enthalten hat, da bei der Behandlung des Gasgemisches mit Kalilauge nach der Explosion in einem Falle eine etwas grössere Volumverminderung eintrat, als der berechneten Kohlensäuremenge entsprochen haben würde. Wir erwähnen dies lediglich der Vollständigkeit halber, glauben aber nicht, dass es sich um irgend erhebliche Mengen handeln kann.

Das Auftreten von Wasserstoff bildet eine Begleiterscheinung mancher Zersetzungs Vorgänge organischer Substanz bei der Denitrifikation ist eine Bildung dieses Gases noch nicht beobachtet. Man könnte daher dem Gedanken Raum geben, dass die Endursache der Denitrifikation in einem durch die Abspaltung von Wasserstoff bedingten Reduktionsprozesse zu suchen sei. Wasserstoff in statu nascendi wirkt bekanntlich höchst energisch auf Nitrate; man müsste als Zwischenstufe die Bildung von niedrigen Oxydationsstufen des Stickstoffs — deren Entstehung bei der Denitrifikation mehrfach behauptet worden ist — annehmen, welche dann ihrerseits auf die in der Bouillon vorhandenen Amidverbindungen in bekannter Weise zersetzend einwirken könnten. Mehrfache Gründe verweisen diese Argumentation indessen in das Reich der Unmöglichkeit. Zunächst sei daran erinnert, dass die Reduktion der Nitrate durch Wasserstoff in der Regel nicht bei der Bildung von Nitriten stehen bleibt, sondern zur Entstehung von Ammoniak führt. Ferner müsste eine grössere Menge elementaren Stickstoffs, als dem ursprünglich vorhandenen Nitrat entspricht, gefunden werden.

oder es wäre eine merkwürdige Kompensation zwischen abgespaltenem Amidstickstoff und zur Ernährung der Bakterien verwandten Nitratstickstoff anzunehmen. Endlich, und dies ist der Haupteinwand, muss auf die Ergebnisse der Versuche mit GILTAY'scher Lösung verwiesen werden, bei welchen Denitrifikation ohne Bildung von Wasserstoff in ausgiebigster Weise platzgegriffen hat.

Bei der Fäulnis organischer Substanzen bildet sich unter Umständen Wasserstoff, der nach Ansicht von PETRI und MAASSEN auf dem Wege der Reduktion Veranlassung zur Entstehung von Schwefelwasserstoff geben soll. Es sei deshalb bemerkt, dass das zuletzt genannte Gas bei unseren Versuchen nicht zur Beobachtung gelangte.

Die gasförmigen Stoffwechselprodukte der übrigen von KÜNNEMANN isolierten Denitrifikationsbakterien sollen in gleicher Weise demnächst untersucht werden, um festzustellen, ob Unterschiede bestehen, resp. wie solche etwa zur Deutung dieser Zersetzungserscheinungen im allgemeinen verwertet werden können. —

Vorläufig sind wir dazu übergegangen, die einzelnen Formen bezüglich ihres Verhaltens verschiedenen Gasen gegenüber zu prüfen. Zu diesem Zweck wurden je 10 resp. 14 Glaskölbchen mit je 100 ccm 1%iger Nitratbouillon beschickt, sterilisiert und hierauf mit der zu prüfenden Bakterienform (Reinkulturen von KÜNNEMANN) geimpft. Von den so vorbereiteten Gefässen blieben je zwei mit Watte in gewöhnlicher Weise verschlossen zur Gewinnung einer Vergleichsbasis stehen, durch die übrigen wurde (auch stets in zwei Parallelversuchen) ein langsamer, aber kontinuierlicher Strom von

sterilisierter Luft,  
Sauerstoff,  
Wasserstoff,  
Kohlensäure

geleitet. Da wir gelegentlich die Beobachtung gemacht zu haben glaubten, dass das Durchleiten von nicht sterilisierter Luft eine andere Wirkung ausübt, als dasjenige sterilisierter Luft, so wurden in der Mehrzahl der Fälle auch diesbezügliche Versuche angestellt, für welche, weil sie äusserer Verhältnisse halber in einem anderen Raume vorgenommen werden mussten, zwei weitere Kontrollgefässe mit Watteverschluss hinzutraten. Die

Sterilisation der Luft haben wir dadurch erreicht, dass wir zwei 1 m lange, mit Bimsstein-Schwefelsäure gefüllte Röhren, sowie zwei Türme mit Sublimatwatte, einen solchen mit gewöhnlicher Watte, endlich konzentrierte Schwefelsäure und ein leeres Gefäß einschalteten. Das Durchleiten der Gase im Thermostaten zu bewirken, hätte zu viel Schwierigkeiten verursacht, und da es uns ferner lediglich darauf ankam, einen Vergleich zu ermöglichen, so wurde stets bei Zimmertemperatur in heizbaren Räumen gearbeitet. Die Prüfung auf Salpetersäure mit Diphenylamin begann, sobald sich Trübung resp. Schaumbildung in den Gefässen zeigte.

a) Versuche mit *B. denitrificans* II var.

Ergebnis der Prüfung auf Salpeter*)	nach Tagen			
	1	2	3	4
Wattverschluss . . . . .	—			
Sterile Luft . . . . .	—			
Sauerstoff . . . . .	+	—		
Wasserstoff . . . . .	+	—		
Kohlensäure . . . . .	+	+	+	+∞

\*) Zeichenerklärung für sämtliche Tabellen. + = Salpeter vorhanden. — = Salpeter verschwunden. ± = Parallelversuche haben ein verschiedenes Ergebnis geliefert. ∞ Versuche sind mit dem gleichen Ergebnis mindestens noch 8 Tage fortgesetzt.

Das Durchleiten von Luft hat somit überhaupt keinen Einfluss ausgeübt, dasjenige von Sauerstoff lediglich eine völlig unwesentliche Verzögerung der Denitrifikation bewirkt. Dies steht mit Versuchsergebnissen im Einklang, über welche früher<sup>1)</sup> berichtet wurde, und die sich uns inzwischen mehrfach bestätigt haben. Übergießt man frischen Pferdekot in der von WAGNER angegebenen Weise mit einer Salpeterlösung, so wird die Denitrifikation durch kräftigste Durchlüftung nicht, wie vielfach angenommen worden ist, gehemmt, sondern sogar vielleicht etwas gefördert. Da uns diese Thatsache für weitere Schlussfolgerungen besonders wichtig zu sein schien, so haben wir einen quantitativen „Stoffwechselversuch“ in der oben beschriebenen

<sup>1)</sup> PFEIFFER und FRANKE, Landw. Vers.-Stat. Bd. 48, S. 243.

Weise, jedoch nach dem Verdrängen sämtlicher Luft aus dem Gärkölbchen durch reinen Sauerstoff, ausgeführt. Auch hierbei zeigte es sich, dass die genannte Gasart die durch *B. denitrificans* II var. bewirkte Entbindung von freiem Stickstoff nicht zu hemmen vermag. Wir machen darauf aufmerksam, dass KÜNNEMANN diese Form aus frischem Pferdekot und Stroh gezüchtet hat, und dass sie deshalb, wenigstens soweit der Stallmist in Betracht kommt, stark verbreitet sein dürfte.

Der Wasserstoff ist, ähnlich wie der Sauerstoff, fast ohne jeglichen Einfluss geblieben, die Kohlensäure hat dagegen die Entwicklung der betreffenden Mikroorganismen völlig verhindert.

b) Versuche mit *B. denitrificans* II. STUTZER.

Ergebnis der Prüfung auf Salpeter	nach Tagen			
	1	2	3	4
Watteverschluss . . . . .	+	—		
Sterile Luft . . . . .	+	+	verunglückt	
Sauerstoff . . . . .	+	+	+	+
Wasserstoff . . . . .	+	+	—	
Kohlensäure . . . . .	+	+	+	+∞
Watteverschluss . . . . .	+	—		
Nicht sterilisierte Luft . . . . .	+	+	+	+

Nach den Untersuchungen KÜNNEMANN's ist diese von ihm aus Erde gezüchtete Form mit der von BURRI und STUTZER als *B. denitrificans* II bezeichneten Art identisch, weicht aber in mehreren Punkten von der durch ihn aus Pferdekot und Stroh isolierten etwas ab, so dass er beide als zwei Varietäten der gleichen Art anspricht. Auch in ihrem Verhalten einer reichlichen Zufuhr von Luft resp. Sauerstoff gegenüber zeigen sie wesentliche Unterschiede, indem die hier behandelte Form durch die genannte Manipulation in ihrer Entwicklung deutlich beeinträchtigt wurde. Dies stimmt mit den von BURRI und STUTZER mitgeteilten Beobachtungen überein, aber es bleibt ein ungelöster Widerspruch, dass die eine Varietät von KÜNNEMANN lediglich in Ackererde, und auch hier nur in seltenen Fällen, von BURRI und STUTZER dagegen nur im Stroh gefunden wurde,

während die andere Varietät von KÜNNEMANN im Pferdekot und Stroh ausschliesslich nachgewiesen werden konnte.

Wasserstoff und Kohlensäure haben in gleicher Richtung gewirkt, wie dies bei den unter a mitgeteilten Versuchen der Fall war.

c) Versuche mit *B. denitrificans* I. (Symbiotische Form.)

Ergebnis der Prüfung auf Salpeter	nach Tagen						
	1	2	3	4	5	6	7
Watteverschluss . . .	+	+	+	±	—		
Sterile Luft . . . . .	+	+	+	±	±	±	±
Sauerstoff . . . . .	+	+	+	+	+	+	+
Wasserstoff . . . . .	+	+	+	+	+	+	+
Kohlensäure . . . . .	+	+	+	+	+	+	+
Watteverschluss . . . .	+	+	+	+	—		
Nicht steril. Luft . . .	+	+	±	±	±	±	±

Hier treten uns widerspruchsvolle Ergebnisse entgegen: die Parallelversuche stimmen mehrfach nicht überein, und Luft resp. Sauerstoff haben zum Teil beschleunigend, zum Teil in umgekehrter Richtung die Denitrifikation beeinflusst. Wir haben deshalb sofort eine zweite Versuchsreihe angesetzt:

Ergebnis der Prüfung auf Salpeter	nach Tagen								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Watteverschluss . . . . .	+	+	+	±	±	—			
Sterile Luft . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sauerstoff . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Wasserstoff . . . . .	+	+	+	+	+	±	—		
Kohlensäure . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+∞
Watteverschluss . . . .	+	+	±	—					
Nicht steril. Luft . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Im vorliegenden Falle haben Luft und Sauerstoff unzweifelhaft verzögernd gewirkt. Bei den, allerdings widerspruchsvollen, Ergebnissen der ersten Versuchsreihe sind wir jedoch zweifelhaft, ob wir dies als eine feststehende Thatsache bezeichnen dürfen. Auch bei anderen Bakterienformen befinden



wir uns, wie wir gleich sehen werden, in einer ähnlichen Lage, und soll deshalb eine diesbezügliche zusammenfassende Erörterung am Schluss dieses Abschnitts folgen.

Aus beiden Reihen geht übereinstimmend hervor, dass zwischen sterilisierter und nicht sterilisierter Luft kein Unterschied besteht, dass Wasserstoff in geringem Grade verzögernd wirkt, dass Kohlensäure die Denitrifikation vollständig verhindert.

#### d) Versuche mit *B. pyocyaneus*.

Ergebnis der Prüfung auf Salpeter	nach Tagen									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Watteverschluss . . . . .	+	—								
Sterile Luft . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sauerstoff . . . . .	+	+	+	—						
Wasserstoff . . . . .	+	+	+	—						
Kohlensäure . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Watteverschluss . . . . .	—									
Nicht steril. Luft . . . . .	+	—								

Auch hier hat sich eine Wiederholung nötig gemacht, die ein ganz anderes Bild lieferte.

Ergebnis der Prüfung auf Salpeter	nach Tagen									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	16
Watteverschluss . . . . .	+	+	+	+	+	+	±	—		
Sterile Luft . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sauerstoff . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	—		
Wasserstoff . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	—		
Kohlensäure . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Watteverschluss . . . . .	+	±	—							
Nichte steril. Luft . . . . .	+	+	+	+	+	+	±	±	±	±

Sieht man von dem einen Versuch mit nicht sterilisierter Luft ab, so zeigt sich in dieser Reihe eine sehr starke Beeinträchtigung der Denitrifikation durch Luft und Sauerstoff, aber wir werden von diesem Ergebnisse nur mit Vorsicht Gebrauch machen können, da es demjenigen der ersten Reihe zum Teil widerspricht.

Die Wirkung des Wasserstoffs und der Kohlensäure stellte sich wie bisher.

e) Versuche mit *B. fluorescens liquefaciens*

Ergebnis der Prüfung auf Salpeter	nach Tagen								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Watteverschluss . . . . .	+	—							
Sterile Luft . . . . .	+	—							
Sauerstoff . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Wasserstoff . . . . .	+	+	—						
Kohlensäure . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nicht steril. Luft . . . . .	+	—							

Die Parallelversuche sind stets in gleicher Richtung ausgefallen; sie besagen, dass zwar die Luft keinen Einfluss auf die Entwicklung dieser Form ausübt, dass aber der reine Sauerstoff wieder stark hemmend wirkt. Eine Wiederholung hielten wir vorläufig nicht für nötig.

Vom Wasserstoff und von der Kohlensäure gilt das bisher Gesagte.

f) Versuche mit *B. denitrificans* III.

Trotz mehrfacher Wiederholung dieser Versuchsreihe ist es uns leider nicht gelungen, einwandfreie Ergebnisse zu erzielen, indem die Entwicklung der Bakterien auch ohne Durchleitung von Sauerstoff, Kohlensäure u. s. w. durch die Gärflüssigkeit keine normale war. Bezüglich dieses negativen Ausfalles ist zu bemerken, dass die fraglichen Mikroorganismen bis zur Anstellung der Versuche längere Zeit auf salpeterfreien Nährböden weiter gezüchtet waren. KÜNNEMANN hat bereits (S. 96) hervorgehoben, dass der *B. denitrificans* III bei der Weiterzucht auf salpeterfreien Nährböden an seiner Eigenschaft, den Salpeter zu zerstören, Einbusse erleidet. Bei der ersten Übertragung aus den Kulturen in Salpeterbouillon trat allerdings im Brutschrank Denitrifikation ein, jedoch verzögert und nicht mit der Heftigkeit wie früher. Die Überimpfung in Salpeterbouillon zu den fraglichen Versuchen blieb ohne Erfolg, und die mikroskopische Prüfung ergab, dass in der Bouillon

auch nur ein sehr spärliches Wachstum des *B. denitrificans* III eingetreten war. Da ferner die Kolben der Versuchsanordnung entsprechend nur bei Zimmertemperatur gehalten werden konnten, so erklärt sich der negative Ausfall einerseits hieraus, sowie andererseits aus der verminderten Virulenz der Bakterien überhaupt.

Zusammenfassend lassen sich aus diesen Versuchen nachstehende Schlussfolgerungen ziehen.

1. Wasserstoff bewirkt bei sämtlichen von uns geprüften Bakterienformen in geringem Grade eine Verzögerung des Denitrifikationsprozesses. Die betreffenden Mikroorganismen können offenbar ohne Zufuhr von elementarem Sauerstoff gedeihen, indem sie den zum Lebensprozess nötigen Sauerstoff dem Salpeter entnehmen. Andererseits scheint ihnen jedoch die Anwesenheit von Luft beim Beginn ihrer Entwicklung förderlich zu sein, indem sie dann früher die Fähigkeit erlangen, den Salpeter zu zerlegen. In diesem Sinne kann man sie als „fakultativ anaërob“ bezeichnen.

2. In einer Atmosphäre von reiner Kohlensäure vermögen die Denitrifikationsbakterien, soweit wir dies feststellen konnten, überhaupt nicht zu wachsen.

3. In ihrem Verhalten der Luft resp. dem reinen Sauerstoff gegenüber lassen die einzelnen Formen Unterschiede erkennen, die allerdings nicht immer mit der wünschenswerten Sicherheit scharf hervortreten. Es scheint fast, als handele es sich hier um eine nicht ganz konstante Eigenschaft. Doch wird man über diesen Punkt erst dann Klarheit gewinnen, wenn man die tieferliegenden Ursachen des Denitrifikationsprozesses richtig erkannt hat. Bei nachstehenden Erörterungen müssen wir uns daher einer gewissen Reserve befleißigen. *B. denitr. II. var.* wird in seinem Wachstum durch reichliche Sauerstoffzufuhr unzweifelhaft eher gefördert, als gehemmt, während sich für die übrigen Formen ohne Ausnahme wahrscheinlich das umgekehrte Verhalten ergibt. Da nun im Stallmist (Pferdekot und Stroh) *B. denitr. I* und *II var.* aufgefunden sind, da aber die erstgenannte Art sich langsamer entwickelt, so dürfte für die sich in diesem Medium abspielende Stickstoffentbindung aus Nitraten der Zutritt von Luftsauerstoff ohne Bedeutung sein, oder anders ausgedrückt, die Denitrifikation vollzieht sich hier nicht ausschliesslich bei Sauerstoffmangel, wie solches bislang

vielfach angenommen wurde. Aus Erde hat KÜNNEMANN aber nur die als *B. pyocyan.*, *fluoresc. liquefac.*, *denitr. III* und *denitr. II* STUTZER bezeichneten Arten, deren Vorkommen im Erdboden der Häufigkeit nach in der angegebenen Reihenfolge abzunehmen scheint, zu isolieren vermocht. Diese<sup>1)</sup> verhalten sich einer reichlichen Sauerstoffzufuhr gegenüber scheinbar mehr oder weniger empfindlich, so dass wir bei einer kräftigen Durchlüftung des Bodens, mindestens gesagt, keine Vermehrung der Denitrifikation zu befürchten hätten. Wodurch diese Unterschiede bedingt sind, wie es kommt, dass die mit dem Stallmist in den Boden gelangenden Mikroorganismen hier nicht wieder aufgefunden werden konnten, an deren Stelle aber andere mit veränderten Lebensbedingungen treten, vermögen wir nicht zu sagen. In dieser Beziehung sei nur besonders nochmals des verschiedenen Verhaltens der beiden Varietäten von *B. denitr. II* gedacht.

Endlich bedarf es noch eines vergleichenden Hinweises auf die EHRENBERG'schen Versuchsergebnisse. Der genannte Forscher hat bekanntlich bei seinen so ausserordentlich exakt angestellten Untersuchungen<sup>2)</sup> gefunden, dass eine Entbindung von elementarem Stickstoff aus Fäulnisgemischen nur bei Gegenwart von Salpeter (dies bedeutet also Denitrifikation), aber auch nur bei Sauerstoffmangel eintreten kann. Er überliess Pferdekot, den er mit reichlichen Mengen Salpeter versetzt hatte, in einer aus reiner Kohlensäure bestehenden Atmosphäre der Zersetzung und erhielt bereits nach 10 Tagen grosse Mengen elementaren Stickstoffs, während sich aus anderen nitrathaltigen Fäulnisgemischen in einer Atmosphäre von reinem Sauerstoff kein gasförmiger Stickstoff entwickelte. Nachdem wir gefunden hatten, dass die denitrifizierende Wirkung des Pferdekots durch Luftzufuhr nicht verhindert wird, glaubten wir dieses Ergebnis mit demjenigen EHRENBERGS durch die Annahme in Einklang bringen zu können, dass der reine Sauerstoff vielleicht anders wirke, und dies hat uns ganz besonders zu den mitgeteilten Versuchen veranlasst. Unsere Annahme hat sich aber, wie gezeigt wurde, als trügerisch erwiesen. Später fanden wir, dass die übrigen Formen der Denitrifikationsbakterien, mit denen es EHRENBERG in seinen Fäulnisgemischen (Pferdekot hat er bei Gegenwart von reinem Sauerstoff nicht untersucht) zu thun ge-

<sup>1)</sup> Vielleicht mit Ausnahme von *B. denitr. III*.

<sup>2)</sup> Zeitschrift f. physiol. Chemie Bd. 11, S. 145 und S. 438.

habt haben kann, sich anders verhalten. Dieser Widerspruch kann somit als gelöst betrachtet werden. Es bleibt aber immer noch ein anderer bestehen. Kohlensäure hat sich uns in allen Fällen als ein das Wachstum der Denitrifikationsbakterien verhinderndes Agens erwiesen. In dieser Richtung möge noch eines Versuches besonders gedacht werden. Ein mit Nitratbouillon beschicktes, sterilisiertes und mit *B. denitr. II* var. geimpftes Kölbchen, dessen Ausmündungsrohr unter Quecksilber tauchte, blieb nach dem Durchleiten von Kohlensäure 47 Tage sich selbst überlassen. Die Flüssigkeit blieb während dieses Zeitraums völlig klar und ergab am Schluss unverminderte Nitratreaktion. Erst nach längerem Stehen an der Luft verschwand der Salpeter. Die Bakterien waren also in der Kohlensäureatmosphäre nicht völlig abgetötet, aber die Virulenz derselben hatte eine starke Einbusse erlitten. In einem Kontrollgefäße mit gewöhnlichem Watteverschluss war der Salpeter bereits am vierten Tage unter starker Trübung der Flüssigkeit völlig aufgezehrt. Für die sich hier im Vergleich zu den EHRENBURG'schen Angaben geltend machenden Unterschiede fehlt uns jede Erklärung. —

Schliesslich sind wir der Frage nach der Wirkung von Ätzkalk und Mergel auf die sich im Boden abspielenden Denitrifikationserscheinungen in zweierlei Richtung nähergetreten.

In erster Linie stellten wir uns Gemische von sterilisiertem Sand, Salpeter und einer geimpften Nährlösung mit und ohne Zusatz von Ätzkalk her, die genügend feucht gehalten wurden, und ermittelten von Zeit zu Zeit die sich bei Zimmertemperatur ergebenden Unterschiede bezüglich der Denitrifikation.

a) Vorversuch. Je 100 g Sand + 10 ccm einer 1%igen Salpeterlösung + 20 ccm einer ursprünglich mit Salpeter versetzten, geimpften, aber vergorenen GILTAJ'schen Nährlösung. Ohne resp. mit 0,1, 0,25, 0,5% Kalkzusatz. Nach 18 Tagen trat selbst bei den ohne Kalkzusatz belassenen Gefässen die Nitratreaktion noch unvermindert ein, trotzdem sich die Bakterien bei Zusatz einer kleinen Sandmenge zu frischer, nitrathaltiger GILTAJ'scher Nährlösung als lebensfähig erwiesen.

b) Hauptversuch. 24 Gläser je mit 150 g Sand + 0,25 g  $\text{NaNO}_3$  + 20 ccm Bouillon. Hiervon je 6 Gläser ohne resp. mit 0,1, 0,25, 0,5% Ätzkalk-Zusatz. Die Bouillon-Kultur war so wirksam, dass sie Nitratbouillon innerhalb weniger Stunden

zu vergären vermochte. Sie wurde erhalten durch Impfen von Nitratbouillon mit *B. denitrificans* II und verwendet, sobald der Salpeter zerstört war; die Bakterien befanden sich also in voller Lebensthätigkeit. Zur Ausführung der Stickstoffbestimmungen wurde der Inhalt der Gläser in Destillationskolben übergespült und hier die Reduktion des Nitratstickstoffs in alkalischer Lösung bewirkt. Es fanden sich im Mittel von je zwei Parallelbestimmungen:

g Stickstoff nach Tagen . . .	1	5	6	21	34
Sandgemisch ohne Kalk	0.0394	} Nitratstickstoff vorhanden	kein Nitratstickstoff		
„ mit 0.1 % „	0.0394		0.0409	0.0115	kein Nitratstickstoff
„ „ 0.25 „ „	0.0394		0.0407	0.0356	0.0268
„ „ 0.5 „ „	0.0394		0.0408	0.0375	0.0364

Aus beiden Versuchen ergibt sich zunächst gleichmässig, wenn auch in verschiedenem Grade, dass die Denitrifikation in den ohne Kalk belassenen Gefässen weit langsamer erfolgt ist, als in den betreffenden reinen Nährlösungen. Die Lebensbedingungen für die Mikroorganismen sind in letzteren offenbar weit günstiger, als wenn eine Vermischung mit Sand stattgefunden hat, da hierdurch eine relative Verminderung der als Nährstoffquelle zur Verfügung stehenden organischen Substanzen bewirkt wird. Dies Ergebnis war vorauszusehen, und man wird es deshalb auch ganz natürlich finden, dass dasselbe bei den Versuchen mit GILTAY'scher Nährlösung in stärkerem Masse hervortritt, so stark, dass sich die Wirkung des Kalkzusatzes hier überhaupt nicht (wenigstens nicht innerhalb der gewählten Versuchsdauer) zu äussern vermochte. Aus diesem Grunde wählten wir beim Hauptversuch einen Zusatz von Bouillon und erreichten hierdurch beim Sandgemisch ohne Kalkzusatz das Verschwinden des Salpeters innerhalb 6 Tagen (Nitratbouillon ohne Sandzusatz innerhalb weniger Stunden), während ein Zusatz von 0.1% eine weitere sehr erhebliche Verzögerung der Denitrifikation (Salpeter erst zwischen dem 21. und 34. Tage verschwunden) erzielte, ein Zusatz von 0.25 resp. 0.5% Kalk letztere aber so gut wie vollständig aufhob. Hierbei muss bemerkt werden, dass die am 34. Tage untersuchten Massen deutlichen Fäulnisgeruch, Anwesenheit von Schwefelwasserstoff erkennen liessen, und es

besteht daher die Möglichkeit, dass man die Salpeterverluste zum Teil hierauf zurückführen könnte.

Zweitens haben wir folgenden Düngungsversuch in Vegetationsgefässen ausgeführt, bei welchem festgestellt werden sollte, ob die zuerst von WAGNER beobachtete schädliche Wirkung von frischem Pferdekot (ohne und mit Beigabe von Salpeter) auf das Ernteergebnis durch Ätzkalk resp. Mergel vermindert werden kann, wie dies frühere Versuche<sup>1)</sup> vermuten liessen. Hierzu stand uns einerseits wieder Lupitzer Mergel, andererseits durch Vermittlung der D. L.-G. eine zweite Mergelsorte zur Verfügung, welche angeblich in der Praxis eine ungünstige Wirkung gezeigt hatte. Es war die Frage aufgeworfen, ob diese Eigenschaft etwa mit einer mangelhaften Beeinflussung der Denitrifikationserscheinungen im Zusammenhang stände, wofür sich aber, wie vorweg bemerkt sein mag, keine Anhaltspunkte gewinnen liessen. Der abgewogene Pferdekot wurde, wie bei den früheren Versuchen, mit dem Ätzkalk resp. Mergel vermischt und blieb dann nach der Bedeckung mit einem Teil der Versuchserde 48 Stunden stehen, bevor er den Vegetationsgefässen einverleibt wurde. Die Art der Versuchsanordnung ergibt sich aus nachstehender Tabelle, welche gleichzeitig die erzielten Ergebnisse veranschaulicht. Die Vegetationsgefässe enthielten je 27 kg eines stickstoffarmen Sandbodens. Als Versuchspflanze diente Hafer. Die Wasserzufuhr erfolgte in bekannter Weise. Vegetationsstörungen sind nicht vorgekommen.

Grunddüngung	17.6 g Superphosphat	= 3.0 g Phosphorsäure,
"	17.8 „ Kaliumsulfat	= 4.0 „ Kali,
"	20.0 „ Ätzkalk.	

(Siehe Tabelle Seite 139.)

Sowohl bei der Gesamternte (lufttrocken), als auch bezüglich deren Gehalt an Stickstoff treten zwischen den betreffenden drei Parallelversuchen einzelne nicht unerhebliche Schwankungen auf, so dass wir nur zwei mehr allgemein gehaltene Schlussfolgerungen zu ziehen vermögen.

1. Bei ausschliesslicher Düngung mit Salpeter (No. 94—96) beträgt der nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnete

<sup>1)</sup> Landw. Versuchs-Stat. Bd. 48, S. 238.

No. der Ge- fäße.	Differenz-Düngung.	Ernte, Hafer: darin Stickstoff		Stickstoff: Wirkung (Mehrernte)   Aussetzungs- koeffizient		Stickstoff: Wirkung (Mehrernte)   Aussetzungs- koeffizient		
		luft- trockn	%	g	g	g	g	
91	Ohne Stickstoff . . . . .	31.0	0.660	0.203	—	—	—	
92		28.5	0.715	0.204	—	—	—	
93		31.0	0.670	0.208	—	—	—	
94	7.41 g Salpeter = 1.20 g Stickstoff	71.0	1.480	1.061	—	—	—	
95		73.0	1.380	1.007	—	—	0.884	
96		78.0	1.360	1.061	—	—	—	
97	500 „ Pferdekot = 1.70 „	26.0	1.050	0.273	—	—	—	
98		27.0	1.045	0.282	0.083	4.9	—	
99		30.5	1.020	0.311	—	—	—	
100	500 „ „ = 1.70 „	79.0	1.125	0.887	—	—	—	
101		69.0	1.075	0.751	—	—	—	
102		7.41 „ Salpeter = 1.20 „	80.0	1.125	0.900	0.640	22.1	46.4
103	500 „ Pferdekot = 1.70 „	82.5	1.065	0.879	—	—	—	
104		7.41 „ Salpeter = 1.20 „	80.0	0.975	0.780	0.642	22.1	46.6
105		15 „ Atzkalk . . . . .	80.5	1.100	0.885	—	—	—
106	500 „ Pferdekot = 1.70 g Stickstoff	80.5	1.240	0.998	—	—	—	
107		7.41 „ Salpeter = 1.20 „	74.5	1.115	0.931	0.708	24.4	52.1
108		25 „ Atzkalk . . . . .	71.5	1.275	0.912	—	—	—
109	500 „ Pferdekot = 1.70 g Stickstoff	83.5	1.150	0.960	—	—	—	
110		7.41 „ Salpeter = 1.20 „	84.0	1.135	0.953	0.725	25.0	53.5
111		15 „ Lupitzer Mergel . . . . .	79.0	1.115	0.881	—	—	—
112	500 „ Pferdekot = 1.70 g Stickstoff	81.0	1.150	0.932	—	—	—	
113		7.41 „ Salpeter = 1.20 „	79.0	1.240	0.980	0.754	26.0	55.9
114		25 „ Lupitzer Mergel . . . . .	86.0	1.125	0.968	—	—	—
115	500 „ Pferdekot = 1.70 g Stickstoff	83.0	1.170	0.971	—	—	—	
116		7.41 „ Salpeter = 1.20 „	81.5	1.155	0.925	0.759	26.2	56.3
117		15 „ Mergel . . . . .	85.0	1.175	0.999	—	—	—
118	500 „ Pferdekot = 1.70 g Stickstoff	83.5	1.140	0.963	—	—	—	
119		7.41 „ Salpeter = 1.20 „	86.0	1.050	0.903	0.728	25.1	53.8
120		25 „ Mergel . . . . .	82.0	1.155	0.947	—	—	—



wahrscheinliche Fehler für die in der Tabelle angegebene mittlere Stickstoff-Ernte  $\pm 0.016$  g. Der Ausnutzungskoeffizient der Nitrat-Stickstoff-Düngung liegt demnach zwischen  $\left( \frac{(0.834 - 0.016) \times 100}{1.2} \right)$  und  $\left( \frac{(0.834 + 0.016) \times 100}{1.2} \right)$  68.2 und 70.8%. In gleicher Weise

ergibt sich für die Versuche No. 100—102, Pferdekot plus Salpeter, als wahrscheinlicher Fehler  $\pm 0.048$  g, so dass hier der fragliche Ausnutzungskoeffizient zwischen 42.4 und 50.4% liegen muss. Die Wirkung der Salpeterdüngung ist demnach durch Beigabe von frischem Pferdekot bei unseren Versuchen im äussersten Falle von 70.8 auf 42.4% herabgedrückt worden. Ferner ergibt sich für die einfache Düngung mit Pferdekot (No. 97—99) im Vergleich zu „ungedüngt“ (No. 91—93), selbst wenn die dabei begangenen wahrscheinlichen Fehler mit  $\pm 0.011$  g resp.  $\pm 0.001$  g im ungünstigsten Sinne in Ansatz gebracht werden, eine geringe Stickstoffwirkung von 0.071 g = 4.2%. WAGNER ist dagegen bekanntlich bei seinen in gleicher Richtung liegenden Versuchen<sup>1)</sup> zu weit ungünstigeren Resultaten gelangt. Eine Düngung mit frischem Pferdekot erzielte im Vergleich zu „ungedüngt“ nicht nur keinen Mehrertrag, sondern sogar eine deutliche Verminderung der Erntemenge, und die Wirkung einer Salpeterdüngung wurde durch Beigabe von Pferdekot entweder vollständig aufgehoben, oder wenigstens viel stärker herabgedrückt, wie bei unseren Versuchen. Eine Erklärung für diese Unterschiede liegt auf der Hand. WAGNER hat das Verhältnis zwischen Versuchserde und Pferdekot weit enger gewählt, indem er z. B. 7 kg Erde mit 2 g Stickstoff in Form von Pferdekot düngte, während bei uns auf 27 kg Erde nur 500 g Pferdekot mit 1.7 g Stickstoff entfielen. Etwas Ähnliches, wie von WAGNER'S Versuchen, gilt von den Versuchen, die MÄRCKER und STEFFER<sup>2)</sup> angestellt haben, bei denen auf 12 kg Erde 400 g Pferdekot mit 1.46 g Stickstoff zur Verwendung kamen. Es zeigt sich also auch hier wieder, worauf wir bereits an anderer Stelle (S. 137) hingedeutet haben, dass die Lebensbedingungen der Mikroorganismen durch reichlichere Zufuhr von organischer Substanz eine günstigere Gestaltung erfahren. Für die

<sup>1)</sup> Deutsche Landw. Presse, 9. Februar 1895, sowie Landw. Vers.-Stat. Bd. 48, S. 259.

<sup>2)</sup> Jahrbuch der Versuchs-Station Halle 1896, S. 40.

Zwecke der Praxis wird es sich deshalb wesentlich darum handeln, festzustellen, welche Mengen von Pferdekot, resp. allgemeiner ausgedrückt von Stallmist, dem Acker einverleibt werden können, ohne dass hierdurch die Denitrifikationsprozesse wesentlich gefördert werden. In dieser Beziehung bemerken wir vorläufig, dass unsere Vegetationsgefäße eine Oberfläche von 806 qcm besitzen, und dass die gewählte Düngung mit 500 g Pferdekot pro Gefäß einer solchen von 623 D.-Ctr. pro ha oder 311.5 Ctr. pro Morgen entspricht. Da ferner frischer Pferdekot die Denitrifikation besonders lebhaft anregt, und da er in der Praxis nur selten angewandt wird, so kann man die von uns gewählten Versuchsbedingungen sicherlich nicht als für die Denitrifikation aussergewöhnlich ungünstige bezeichnen. Wenn letztere trotzdem in geringerem Grade zur Beobachtung gelangt ist, als dies von anderer Seite konstatiert wurde, so glauben wir zu der Schlussfolgerung berechtigt zu sein, dass die sich im Ackerboden abspielende Zersetzung von Nitraten unter Entbindung von elementarem Stickstoff unter Verhältnissen, welche der Praxis angepasst sind, eine geringere Bedeutung besitzt, als ihr bislang vielfach beigemessen worden ist. Selbstverständlich müssen aber für diese Anschauung erst weitere Belege beigebracht werden, bevor man von einem vollgültigen Beweis sprechen kann.

2. Bei den Versuchen über den Einfluss von Ätzkalk resp. Mergel auf die Denitrifikation erreicht der wahrscheinliche Fehler der berechneten Stickstoff-Mittelzahlen gelegentlich die Höhe von  $\pm 0.048$  g, wodurch das Endergebnis bei näherer Überlegung in Frage gestellt wird. Da jedoch sechs gleichartige Versuchsreihen zur Verfügung stehen, und da diese mit einer Ausnahme gleichsinnige Resultate aufweisen, so glauben wir mit der Annahme, dass das Gesamtmittel sämtlicher Versuche der Wahrheit mindestens sehr nahe kommt, keinen Fehlgriff zu thun. In Übereinstimmung mit den erwähnten älteren Versuchen ergibt sich daher, dass Ätzkalk und Mergel die Denitrifikationsprozesse in geringem Grade zu beschränken vermögen, und zweifeln wir nicht, dass die günstige Wirkung, welche man bei einer Kalkung des Ackerbodens in der Mehrzahl der Fälle erzielt, zum Teil mit auf diesen Umstand zurückzuführen ist.

Die eben besprochenen Vegetationsversuche, welche bereits ein Jahr zurückliegen, hatten es uns nahe gelegt, die Denitri-

fikationsvorgänge im Ackerboden unter Bedingungen zu studieren, welche sich praktischen Verhältnissen möglichst nähern. Im verflossenen Sommer haben wir deshalb zwei hierher gehörige Versuchsreihen in 1 qm grossen, seitlich durch 1.5 m tiefes Mauerwerk abgeschlossenen und mit leichtem Sandboden gleichmässig gefüllten „Gruben“ ausgeführt. Frischer Pferdekot, den wir zur Sicherheit noch mit Reinkulturen von *B. denitr.* II versetzt hatten, wurde im sterilisierten und nicht sterilisierten Zustand, mit und ohne Zusatz von geringen resp. hohen Gaben von Ätzkalk, in Mengen von 100 resp. 300 D.-Ctr. pro ha zur Düngung verwandt. Bei der ersten Versuchsreihe war der Stand des als Versuchspflanze angebauten Senfs auf allen Parzellen ein absolut gleichmässiger, so dass wir von einer näheren Untersuchung der Ernteprodukte Abstand genommen haben. Die zweite Versuchsreihe (300 D.-Ctr. pro ha) liess Unterschiede erkennen, aber bei der Analyse der geernteten Senfpflanzen ergaben sich bei den Parallelversuchen so grosse Differenzen, dass wir von einer Mitteilung der gewonnenen Zahlenergebnisse Abstand nehmen müssen. Es sei deshalb nur kurz bemerkt, dass wir auch auf Grund dieser Versuche geneigt sind, vor einer Überschätzung der im Ackerboden durch eine normale Stallmistdüngung hervorgerufenen resp. beförderten Denitrifikation zu warnen. Wir glauben namentlich nicht, dass die bei Vegetationsversuchen mehrfach beobachtete äusserst mangelhafte Stickstoffwirkung des Stallmistes lediglich, oder auch nur zum grössten Teil, hierauf zurückzuführen ist. In einer späteren Arbeit werden wir vielmehr an der Hand anderweitiger Versuche zeigen, dass den betreffenden Angaben unserer Ansicht nach eine andere Deutung gegeben werden muss. Der oben bereits berührten, praktisch wichtigen Frage, welche Mengen von Stallmist man dem Ackerboden einverleiben kann, ohne dass hierdurch die Denitrifikation wesentlich gefördert wird, resp. welchen Grad die Denitrifikation bei einer verschieden starken Stallmistdüngung erreicht, werden wir im nächsten Jahre auf einer etwas breiteren Grundlage wieder näher treten.

Jena, im November 1897.

## XII. Ein neuer Apparat für gasanalytische Untersuchungen.

Von

TH. PFEIFFER und O. LEMMERMANN.

(Hierzu Tafel III.)

---

Für die in vorstehender Arbeit mitgetheilten Versuche über Denitrifikationsvorgänge schien es uns, wie (S. 116) bereits erwähnt wurde, wünschenswert zu sein, einen Apparat zu besitzen, welcher das Auffangen und gleichzeitige Messen etwas grösserer Gasmengen, sowie die nachfolgende Untersuchung aliquoter Teile in einfacher Weise gestattet. Die uns aus der Literatur bekannten Vorrichtungen bieten entweder nur Raum für ein geringes Gasvolumen, oder das Messen der erzeugten Gasmenge ist äusserst umständlich resp. sogar mit unvermeidlichen Fehlern behaftet.

Nach zahlreichen Vorversuchen haben wir den nachstehend beschriebenen Apparat als für unsere Zwecke durchaus brauchbar erprobt, und glauben wir, dass er sich auch bei anderen Arbeiten bewähren wird, zumal kleine Modifikationen bei seiner Handhabung, bestimmten Versuchszwecken entsprechend, leicht durchgeführt werden können.

Das schon vielfach benutzte Princip, Gase nicht zu messen, sondern die entsprechende Quecksilbermenge zu wiegen — wir erinnern nur an die Methode zur Dampfdichtebestimmung von V. MEYER —, bildet auch die Grundlage für unseren Apparat.

Das Gasentwicklungsgefäss A (cfr. Tafel III), dessen Einrichtung für unsere Specialzwecke weiter unten erörtert werden soll, steht durch das Kühlrohr J, das Steigrohr H und das Einmündungsrohr I mit dem Gassammelgefäss<sup>1)</sup> B (Birne) in Ver-

---

<sup>1)</sup> Das Sammelgefäss vermag bei dem von uns benutzten Apparate ca. 500 ccm zu fassen, kann aber selbstverständlich auch in einem grösseren Massstabe hergestellt werden.

bindung. Dieses, in seiner Form einem umgekehrten Scheidetrichter vergleichbar, wird mit Quecksilber gefüllt und trägt am tiefsten Punkte ein Ableitungsrohr 2, welches durch einen Gummischlauch mit dem U-förmig gebogenen, zu einer Spitze ausgezogenen Rohr 6 verbunden ist. Man denke sich zunächst der Einfachheit halber die übrigen Vorrichtungen fort. Sobald in A Gas entwickelt wird, sammelt sich dies in B und verdrängt eine entsprechende Quecksilbermenge, welche durch 2 und 6 in ein vorher tariertes Glas C gelangt und hierin zur Wägung gebracht werden kann. Um auf diese einfache Weise genaue Resultate zu erhalten, ist es aber selbstverständlich nötig, vor Beginn und nach Beendigung des Versuchs den im Sammelgefäss herrschenden Druck demjenigen der äusseren Atmosphäre gleich zu gestalten. Dies ist natürlich erreicht, wenn der Niveaustand des Quecksilbers im Sammelgefäss B und im Wägegglas C gleich ist. Letzteres steht deshalb auf einem mit einem Halter versehenen Teller, der mit Hilfe einer einfachen Schraubvorrichtung an einem feststehenden<sup>1)</sup> Metallstabe leicht beweglich angebracht ist; zur feineren Einstellung dient eine unter dem Teller befindliche Mikrometerschraube. Die Durchmesser von B und C sind aber so gross, dass eine hinreichend genaue Regulierung des Quecksilberniveaus nur auf Umwegen in der Weise möglich ist, dass zwei enge Ableseröhrchen für B und C eingeschaltet werden, an denen jede Änderung des Quecksilberstandes in schärfster Weise zur Beobachtung gelangt. Zu diesem Zweck ist einerseits an dem Sammelgefäss B zwischen dem Ansatzrohr 3 und dem doppelt durchbohrten Glashahn II ein Quecksilberstandsrohr 7 eingeschaltet, und andererseits zweigt sich von dem Sammelgefäss durch das Ansatzrohr 4 ein an letzterem mit Gummischlauch befestigtes, oben zu einem kleinen Trichter erweitertes Glasrohr D ab, welches wir zur Unterscheidung von anderen, da es zum Ausgleich des Druckes dient, Barometerrohr nennen wollen. Dasselbe ist gleichfalls durch Schraubenführung an einem Metallstabe auf und ab beweglich, während eine die Röhre umfassende Mikrometerschraube wieder die feinere Einstellung gestattet. Oberhalb der Metallfassung bei x trägt das Röhrrchen eine eingezätzte Marke. Wird

<sup>1)</sup> Der ganze Apparat ist auf einem mit Stellschrauben versehenen Eichenholzbrett montiert.

nun diese Marke bei jeder Druckregulierung, also vor Beginn und nach Beendigung eines jeden Versuches, mit dem jeweiligen Meniskus des Quecksilberstandsrohrs in eine Ebene gebracht und hierauf das Wägglas C so weit gehoben resp. gesenkt, dass der Quecksilbermeniskus im Barometerrohr auf die Marke einspielt, so muss die oben aufgestellte Forderung erfüllt sein, denn

	Quecksilberstand im Sammelgefäß	—	demjenigen im Barometerrohr,
folglich	„	„ Wägglas	—
	„	„ Sammelgefäß	—
		„	„ Wägglas.

Selbstverständlich wird diese Einstellung nicht genau gelingen, wenn man dem Wägglas anfangs einen erheblich abweichenden höheren oder niedrigeren Stand belassen wollte, da dann beim späteren Heben resp. Senken des letzteren eine nachträgliche Veränderung des Quecksilberniveaus im Sammelgefäß eintreten würde. Man muss vielmehr das gegenseitige Regulieren des Standes der einzelnen Teile des Apparates allmählich vornehmen, was sich bei einiger Übung unter Benutzung folgender Hilfsapparate in kürzester Frist mit voller Schärfe ermöglichen lässt. Hinter dem Standrohr 7 resp. dem Barometerrohr befindet sich ein Spiegel G, welcher höher und tiefer gestellt und durch ein Kugelgelenk seitlich, sowie vor- und rückwärts bewegt werden kann, so dass er sich unbedingt in die richtige Lage, namentlich parallel zur Röhre, bringen lässt. Ein horizontal um seine Axe drehbarer Zeiger E ist ebenfalls an einem feststehenden Metallstabe verschiebbar und mit einer Mikrometerschraube zur feineren Einstellung versehen. Dieser Zeiger vermittelt das Ablesen resp. Einstellen des Quecksilberstandsrohrs und des Barometerrohrs, indem er zunächst mit dem Meniskus in ersterem in eine Ebene gebracht, dann durch Drehung an letzteres angelehnt wird, um hier das genaue Einstellen der festen Marke mit Leichtigkeit zu ermöglichen. Selbstverständlich hängt sehr viel davon ab, dass der Zeiger in einer völlig horizontalen Ebene drehbar ist. Um dies kontrollieren zu können, befindet sich auf ihm eine kleine Libelle, und da weiter nach Ansicht des ausführenden Mechanikers<sup>1)</sup> die Centrierung des den Zeiger tragenden, mit ihm drehbaren Stifts bei längerem Gebrauch leiden

<sup>1)</sup> Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, dass der Mechaniker RÖHN in Jena den ganzen Apparat unseren Angaben entsprechend in vorzüglicher Weise ausgeführt und manche Einzelheit hinzugefügt hat. Der Preis des Apparates beträgt ca. 100 Mark.

könnte, so sind am unteren Teil des Stifts zwei Druckschrauben angebracht, welche eventuell die erwähnten Ungenauigkeiten zu korrigieren gestatten.

Um den Apparat auch zum Abmessen aliquoter Teile des gesammelten Gasgemisches zum Zweck der gasanalytischen Untersuchung benutzen zu können, ist das Sammelgefäß oberhalb des doppelt durchbohrten Glashahns mit einem kapillaren Ableitungsröhr III verbunden, welches in eine Quecksilberwanne resp. in die mit den betreffenden Absorptionsflüssigkeiten gefüllten Eudiometer führt. Nach dem Einstellen von B und C in der geschilderten Weise, resp. nachdem die übrigen Schlauchverbindungen geschlossen sind, wird durch Heben von C und vorsichtiges Öffnen des Glashahns eine beliebige Gasmenge in das Eudiometer gepresst. Hier findet selbstverständlich sofort eine teilweise Absorption der zu bestimmenden Gasart (z. B. Kohlensäure durch Lauge) statt. Da wir aber die angewandte Gasmenge nicht messen, sondern durch Zurückwiegen des an die Stelle desselben in das Sammelgefäß eingetretenen Quecksilbers bestimmen, so bleibt dies natürlich bedeutungslos, bietet sogar den Vorteil, dass man von dem ursprünglichen Gasgemisch eine grössere Menge, als dem Fassungsraume des Eudiometers entspricht, zur Analyse verwenden kann. Die Bestimmung der nicht absorbierten Gasmenge erfolgt dann in gewöhnlicher Weise durch Messen im Eudiometer. Nach Schluss des Glashahns findet mit Hilfe des Barometerrohres eine neue Einstellung statt, und hierauf wird die Gewichtsabnahme des Wägeglases ermittelt. Auf diesem Wege haben wir eine erste Prüfung des Apparats vorgenommen, indem wir atmosphärische Luft aus dem Sammelgefäß über Quecksilber auffingen und einerseits in üblicher Weise zur Messung brachten, andererseits indirekt durch Zurückwiegen des eingetretenen Quecksilbers dem Volumen nach bestimmten. Die hierbei erzielten Ergebnisse waren sehr befriedigend, so dass wir schliesslich sogar die Bestimmung der Meniskusfehler unserer Eudiometer in erwähnter Weise ermittelten.

An dieser Stelle sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass man das zu untersuchende Gas selbstverständlich auch in eine HEMPEL'sche Gaspipette einleiten und eventuell zur Bestimmung verschiedener Gasarten benutzen kann. Bei der Bestimmung des Sauerstoffs mit Hilfe einer Lösung von pyrogallussaurem Kali wird dies Verfahren z. B. besonders empfehlenswert sein,

falls es sich um die Gewinnung absolut genauer Resultate handelt. Erstens gelingt nämlich das so notwendige Schütteln im Eudiometer<sup>1)</sup> weniger gut, als in der Gaspipette, und zweitens ist das genaue Ablesen des zurückbleibenden Gasvolumens in dem mit einer dunkelbraunen Flüssigkeit gefüllten Eudiometer höchst schwierig. Die in der vorangegangenen Arbeit erwähnten Differenzen bei der Sauerstoffbestimmung führen wir wenigstens zum grossen Teil auf obige Umstände zurück. Da wir aber über keine Gaspipetten verfügten, so haben wir die dadurch bedingten kleinen Ungenauigkeiten, welche für das Endergebnis unserer Versuche belanglos blieben, in den Kauf genommen.

Endlich wäre noch der Fülltrichter F zu erwähnen, der durch einen Gummischlauch mit dem Rohransatz 5 des Sammelgefässes in Verbindung steht. Das letztere muss somit in seinem unteren Teile fünf Rohransätze besitzen: ein mittleres, zur Vermeidung von Gasverlusten etwas weiter in das Sammelgefäss hineinragendes Gaseinleitungsrohr (1) und vier Ansätze zur Verbindung mit dem Wägegglas (2), mit dem Quecksilberstandsrohr des Sammelgefässes (3), mit dem Barometerrohr (4) und mit dem Fülltrichter (5). Der Glasbläser vermochte deshalb das Sammelgefäss nicht aus einem Stück herzustellen. Die 5 Röhren münden daher zunächst in einen Glasstopfen I, welcher der Birne B durch einen sehr sorgfältig ausgeführten Glasschliff eingepasst ist. Ein mit Kork ausgekleideter Messingring IV, welcher in einem dreibeinigen Gestell höher und tiefer geschraubt werden kann, presst den Stopfen in die durch eine Klammer gehaltene Birne.

Aus dem Gesagten geht hervor und aus der beigegebenen Taf. III wird es ersichtlich, dass zahlreiche, kürzere und längere Schlauchverbindungen nötig sind. Trotzdem wir selbstverständlich möglichst dickwandigen Schlauch<sup>2)</sup> benutzt haben, der an den Glasröhren mit mehrfachen Ligaturen einer Seidenschnur befestigt wurde, so könnte dies doch bei einem zu gasanalytischen Untersuchungen dienenden Apparate Bedenken

<sup>1)</sup> Die benutzten Eudiometer waren an ihrem unteren Teile, um ein kräftigeres Schütteln zu ermöglichen, zu einer Kugel erweitert.

<sup>2)</sup> Stärke der Gummiewandung an den gefährdetsten Stellen 7 mm, sonst 3.5 mm. Es ist ferner sehr empfehlenswert, über die Gummischläuche an denjenigen Stellen, an denen sich Quetschhähne befinden, ein zweites Stückchen Gummischlauch zu ziehen.



erregen. Wir betonen deshalb, dass kleine Undichtigkeiten nur beim Glashahn und beim Glasstopfen gelegentliche Störungen verursachten, bei den Gummiverbindungen sich aber niemals, selbst nicht bei längerer Anwendung von starkem Druck resp. starker Saugung (durch Heben resp. Senken des Wägglases erzeugt) bemerkbar machten, und dass auf dem Wege der Diffusion auch keine Fehler entstanden sein können, weil sonst die analytischen Endergebnisse dies zum Ausdruck bringen müssten.

Zur Vermeidung von Temperaturschwankungen erheblicher Art musste auch im Winter in einem ungeheizten Raume gearbeitet werden. Der Einfluss, welchen die Wärmeausstrahlung des menschlichen Körpers bei den verschiedenen Beobachtungen ausüben könnte, wurde durch Einschaltung einer verschiebbaren grossen Glastafel zwischen Beobachter und Apparat möglichst eliminiert. Beim Einhalten dieser Vorsichtsmassregeln gelang es, die uns anfangs in gedachter Beziehung entgegnetretenden Schwierigkeiten sicher zu beseitigen.


Wir wenden uns nunmehr zur genauen Besprechung eines Kontrollversuchs (8. Januar) zur Bestimmung der Kohlensäure in einer abgewogenen Menge Calciumkarbonat, um hieran die Handhabung der verschiedenen Teile des Apparates erläutern zu können.

### I. Vorbereitende Operationen.

a) Herrichtung des Gasentwicklungsgefässes (A). Ein ca. 300 ccm fassendes Glaskölbchen wird mit einem gut schliessenden, dreifach durchbohrten Gummistopfen versehen; der Punkt, bis zu welchem letzterer in den Hals des Kölbchens hineinragt, wird mit einer Marke bezeichnet und der Rauminhalt des Kölbchens bis zu dieser Marke ausgewogen. Man hat später natürlich darauf zu achten, dass der Stopfen stets genau bis zur Marke eingedreht wird. Durch den Stopfen gehen drei Röhren:  $\alpha$  ist dicht unter dem Stopfen abgeschnitten und durch ein Stückchen Gummischlauch, welches den Quetschhahn  $a$  trägt, mit dem Kühlrohr  $J$ , welches zur Birne führt, verbunden;  $\beta$  geht bis auf den Boden des Kölbchens, trägt einen kleinen Trichter und dient zum Einlassen von Salzsäure resp. (bei späteren Versuchen) zur Verdrängung der Luft aus dem Kölbchen nach beendigttem Versuch mit Hilfe von ausgekochtem Wasser;  $\gamma$  ist ein zu einer Kapillare ausgezogenes Röhrchen. Kennt man

den Rauminhalt von A,  $\alpha$  und  $\gamma$ , weiss man ferner, welche Werte von obiger Summe für die in das Kölbchen gebrachte Flüssigkeit, sowie für den durch  $\beta$  (mit Wasser gefüllt) eingenommenen Raum in Abzug zu bringen sind, so hat man alle Daten zur Hand, um die im Kölbchen beim Beginn des Versuchs vorhandene Luftmenge berechnen zu können. Das Kühlrohr J bedarf noch einer Erläuterung. Bei den Kontrollversuchen (Bestimmung der  $\text{CO}_2$ ) haben wir nach Abschluss der Gasentwicklung das noch in A befindliche Gasvolumen durch anhaltendes Kochen ausgetrieben; hierbei hätten Wasserdämpfe in grösserer Menge in das Sammelgefäss gelangen können, was wir durch Einschalten eines kleinen LIEBIG'schen Kühlers vermieden, in welchem vollständige Kondensation des Wasserdampfes, von unwesentlichen Spuren abgesehen, stattfand. Bei den späteren Gärversuchen zum Studium der Denitrifikation konnten wir dies Kochen infolge ungemein heftigen Schäumens der Flüssigkeit nicht lange genug fortsetzen, um ganz sicher zu sein, alles Gas aus A beseitigt, ohne grössere Mengen Flüssigkeit mitgerissen zu haben. Das Kölbchen wurde deshalb nur bis zum beginnenden Sieden erhitzt, so dass die Flüssigkeit frei von Gasen sein musste und hierauf durch Einlassen bei  $\beta$  mit siedendem Wasser bis zu einer bei a befindlichen Marke völlig angefüllt. Bei dieser Operation war die Kühlvorrichtung überflüssig und fand deshalb einen Ersatz in einer einfachen Glasröhre.

b) Operationen, welche vor Beginn des Versuchs auszuführen sind. Der ganze Apparat wird von F aus durch Öffnen des Glashahns II resp. des Quetschhahns e mit Quecksilber gefüllt; man hat namentlich darauf zu achten, dass in den Röhren 6 und 7 keine Luftblase zurückbleibt, was jedoch durch geeignete Stellung des Glashahns resp. durch etwas stärkeren Druck leicht gelingt. Dann bleibt der Apparat, um die völlige Dichtigkeit aller Teile zu prüfen, unter einem durch Senken von C erzielten starken Minusdruck, selbstverständlich nach dem Schliessen der Quetschhähne a, b, d, mindestens zwei Stunden stehen. Hierauf wird das mit der abgewogenen Menge Calciumkarbonat und einer abgemessenen Wassermenge beschickte Glaskölbchen, dessen Gummistopfen fest geschnürt und mit einem Paraffinüberzug versehen wird, angehängt; der entstehende Überdruck entweicht durch die Kapillare. Ist nach halb- bis einstündigem Stehen Temperatúrausgleich eingetreten, so erfolgt die letzte genaue

Einstellung des Quecksilberstandes im Wägegias. Zu diesem Zweck wird die Nadel E auf die Quecksilberkuppe eingestellt, welche sich im Glashahn dadurch bildet, dass dieser eine kleine Erweiterung  nach oben besitzt. Horizontale Drehung des Zeigers E gestattet genaues Einstellen der am Barometerrohr befindlichen Marke x, worauf durch Benutzung der unter dem Quecksilberwägegias C befindlichen Mikrometerschraube der Quecksilbermeniskus bei x eingestellt wird. Endlich ist der Quecksilberstand im Steigrohr H abzulesen. Diese Röhre (etwa 60 cm lang) ist nämlich in Millimeter eingeteilt, um auf diese Weise die beim Beginn resp. nach Beendigung des Versuchs darin befindliche Gasmenge berechnen zu können. Selbstverständlich ist der Rauminhalt des Kühlrohrs J, des eben genannten Steigrohrs, sowie auch des beide Röhren verbindenden Gummischlauchs mit Quecksilber ausgewogen. Um hierfür wenigstens beim Beginn eines jeden Versuchs mit einer konstanten Zahl rechnen zu können, empfiehlt es sich, den Quecksilberstand im Steigrohr H durch Heben oder Senken des letzteren stets auf eine bestimmte Marke zu bringen, dann muss der Luftinhalt natürlich immer der gleiche bleiben. Nach dem Abschmelzen der Kapillare werden Temperatur und Barometerstand abgelesen, und schliesslich erfolgt Wägung des Quecksilbergias C, nachdem Quetschhahn e geschlossen und das U-förmige Rohr 6 vorsichtig aus dem Glase herausgehoben und zur Seite gehängt worden ist; ein Verlust von Quecksilber ist hierbei nicht zu befürchten.

Wir verfügen nunmehr über folgende Notizen:

Berechnung der im Apparat vor Beginn des Versuchs vorhandenen Luft.

Inhalt des Kölbchens bis zur Marke . . . . .	272.9	ccm,	
„ der Röhren $\alpha + \gamma$ . . . . .	2.7	„	
	275.6	ccm.	
Ab für Wasser . . . . .	150.0		
„ „ Röhre $\beta$ . . . . .	6.4	„	
	119.2	ccm,	
Im Kühlrohr und Standrohr . . . . .	44.6	„	
In 150 ccm Wasser bei 2,2° absorbiert	3.5	„	

Summa 167.3 ccm bei 2,2° und 753 B.

= 163.3 „ „ 0° „ 760 B.

1 g CaCO<sub>3</sub> enthält = 0.4390 g CO<sub>2</sub> = 223.2 „ „ 0° „ 760 B.

Gewicht des Quecksilbergias vor Beginn des Versuchs = 154.2 g.  
Quecksilberstand im Steigrohr H = 200 mm.

## II. Ausführung des Versuchs.

Während des Versuchs bleibt das Barometerrohr abgesperrt. Nachdem das U-förmige Rohr wieder in das Wägegglas gebracht und Quetschhahn e geöffnet ist, wird durch Senken von C etwas Minusdruck hergestellt, so dass die nötige Menge Salzsäure in das Entwicklungsgefäss fließen kann. Nach und nach wird dann mit dem Erhitzen des Kölbchens begonnen und dieses bis zum lebhaften Sieden der Flüssigkeit fortgesetzt. Das durch die Gasentwicklung verdrängte Quecksilber muss zwischen- durch nach vorherigem Wägen des Glases entleert <sup>1)</sup> und letzteres abermals gewogen werden. Glaubt man ganz sicher zu sein, dass sämtliches Gas durch Kochen beseitigt ist, wofür ein stärkeres Zurücksteigen des Quecksilbers im Steigrohr als Erkennungs- zeichen dienen kann, so wird Quetschhahn a geschlossen, und die Spitze der Kapillare möglichst rasch abgebrochen. Da im Kölbchen durch Tieferstellung des Wägeglasses Minusdruck herrscht, so ist bei rascher Arbeit eine Explosion nicht zu be- fürchten. Bricht man die Kapillare vor dem Schliessen des Quetschhahns ab, in der etwaigen Erwartung, dass der Dampf- druck im Kölbchen genügen müsse, ein Eindringen von Luft zu verhindern, so wird stets durch plötzliche Aufhebung des Minusdrucks etwas Gas aus dem Kühlrohr ins Kölbchen zurück- treten und so der Bestimmung entgehen. Wir haben versucht, durch annäherndes Einstellen des Wägeglasses im Kölbchen Atmosphärendruck zu erzielen, um dann das Schliessen des Quetschhahnes und das Abbrechen der Kapillare möglichst gleich- zeitig zu bewirken. Dies Verfahren lässt sich auch rechtfertigen, kann aber doch gelegentlich kleine Fehler verursachen. Am einfachsten dürfte der bei den Gärungsversuchen eingeschlagene, oben bereits angedeutete Weg sein: Austreiben der in der Flüssigkeit absorbierten Gase durch Erhitzen bis zum Sieden und dann der über der Flüssigkeit befindlichen durch Einlassen von heissem Wasser, was bei Tieferstellung des Wägeglasses leicht und rasch ausführbar ist.

Der Quetschhahn a muss natürlich sehr gut schliessen; zur Sicherheit haben wir nach dem Abnehmen des Kölbchens noch einen zweiten angelegt. Nunmehr befindet sich sämtliches Gas

---

<sup>1)</sup> Etwas Quecksilber muss selbstverständlich stets im Glase zurück- bleiben.

in der Birne resp. im Kühlrohr. Nach vorläufiger Einstellung des Quecksilberniveaus bleibt der Apparat zum Ausgleich der Temperatur mindestens zwei Stunden stehen. Dann folgt:

### III. Bestimmung des Gesamt-Gasvolumens.

Die in der Birne angesammelte Gasmenge ist leicht zu ermitteln, indem die Quecksilberniveaustände in der Birne, im Barometerrohr und im Wägegglas gegenseitig ausgeglichen werden, worauf die letzte Wägung des Quecksilberglasses erfolgt. Wir fanden bei dem als Beispiel dienenden Versuch:

Quecksilberglas während des Versuchs vor dem Entleeren . . . . .	= 4760.4 g
„ vor Beginn des Versuchs . . . . .	= 154.2 „
	<u>4606.2 g.</u>
Quecksilberglas nach Beendigung des Versuchs . . . . .	= 1011.3 g
„ während des Versuchs nach dem Entleeren . . . . .	= 810.0 „
	<u>201.3 g.</u>

Demnach sind im ganzen  $(4606.2 + 201.3) = 4807.5$  g Quecksilber durch das in der Birne gesammelte Gas verdrängt, und letzteres nimmt bei der abgelesenen Temperatur von  $2.4^{\circ}$  und dem herrschenden Luftdruck von 753 mm ein Volumen ein von 354.1 ccm,<sup>1)</sup> umgerechnet auf  $0^{\circ}$  und 760 mm Druck = 345.3 ccm. Hierzu kommt nun aber dasjenige Gas, welches sich vorläufig noch im Kühlrohr resp. Steigrohr befindet. Um dessen Menge berechnen zu können, muss man sich vergegenwärtigen, dass der Quecksilberstand im Steigrohr selbstverständlich am Schluss des Versuchs ein anderer sein wird, als beim Beginn desselben, dass er auch mehr oder weniger von demjenigen in der Birne abweichen wird. Mit anderen Worten, das Gasvolumen im Kühlrohr ist nicht direkt mit dem Luftvolumen zu identifizieren, dessen Grösse durch Auswägen vor Beginn des Versuchs ermittelt worden war, und es steht unter einem von der Barometerangabe abweichenden Druck. Die Millimereinteilung des Steigrohrs H, von welcher bereits die Rede war, gestattet jedoch in den genannten beiden Richtungen Korrekturen anzubringen.

1. In dem als Beispiel dienenden Falle lag der Quecksilberstand im Steigrohr nicht mehr, wie vor Beginn des Versuchs, bei 200 mm (cfr. S. 150), sondern etwas tiefer bei 100 mm. Die

<sup>1)</sup> Das selbstverständlich häufig gereinigte Quecksilber besass nach mehrfacher Bestimmung das spezifische Gewicht 13.58.

Differenz von 100 mm entspricht nach der vorgenommenen Auswägung des Steigrohrs einem Volumen von 0.8 ccm, um welche Grösse das Luftvolumen vor dem Versuch vermehrt werden muss, um das Gasvolumen nach dem Versuch zu erfahren, also  $44.6 + 0.8 = 45.4$  ccm. Nun ist aber weiter zu berücksichtigen, dass die der angebrachten Korrektur entsprechende Quecksilbermenge in das Sammelgefäss gedrückt resp. von da in das Wägegglas gelangt ist, somit bereits zu einer scheinbaren Vermehrung des in der Birne gemessenen Gasvolumens beigetragen hat. Nach der Umrechnung des im Kühlrohr befindlichen korrigierten Gasvolumens auf  $0^{\circ}$  und 760 mm Druck muss daher die umgekehrte Korrektur, also im vorliegenden Falle ein Abzug von 0.8 ccm, Platz greifen. Dies könnte den Anschein erwecken, als sei die ganze Korrektur überflüssig, und in dem gewählten Beispiel ist dies tatsächlich der Fall, weil es sich hier nur um 0.8 ccm handelt, die sich sogar, wie wir gleich sehen werden, unter von Normal-Temperatur und -Druck nicht wesentlich differierenden Bedingungen befunden haben. Es kommen aber Fälle vor, in welchen der Quecksilberstand im Steigrohr ein sehr erheblich abweichender ist, was Volumen und Druck beeinflusst, und dann würde eine Vernachlässigung der erwähnten Korrektur merkbare Fehler verursachen; prinzipiell muss daher an letzterer festgehalten werden.

Natürlich kann auch der umgekehrte Fall eintreten, dass nämlich das Quecksilber im Steigrohr am Schluss höher steht, wie am Anfang. Dann muss selbstverständlich auch in umgekehrter Weise bei Vornahme der besprochenen Korrektur verfahren werden: zunächst ein entsprechender Abzug von dem Anfangsluftvolumen, dann nach der Umrechnung auf Normal-Temperatur ein Zuschlag in gleicher Höhe.

2. Um den im Kühlrohr herrschenden Druck bestimmen zu können, wird der Quecksilberstand im Steigrohr mit demjenigen im Barometerrohr verglichen. Letzteres wird zu diesem Zweck mit der Klammer von dem als Träger dienenden Metallstabe losgeschraubt und derartig neben das Steigrohr gehalten, dass der Quecksilbermeniskus in ihm die Normalstellung bei  $x$  einnimmt. Dann kann man am Steigrohr direkt ablesen, wieviel Millimeter von dem aussen herrschenden Luftdruck abgezogen resp. demselben zugezählt werden müssen. Für den vorliegenden

Fall ergab sich auf diese Weise  $753 - 15 = 738$  mm Druck; die Temperatur ist natürlich die gleiche, wie bei Bestimmung des in der Birne befindlichen Gases.

3. Endlich ist unter Umständen noch eine dritte Korrektur anzubringen. Es sammelt sich nämlich leicht im Kühlrohr etwas Wasser an,<sup>1)</sup> welches die Stelle von Gas einnimmt und als solches verrechnet werden würde, falls man es nicht in Abzug bringen könnte. Bei der gleich unter IV zu erwähnenden Manipulation, bei welcher es sich um das Überführen der im Kühlrohr befindlichen Gasmengen in die Birne handelt, sammelt sich etwaiges Wasser im Steigrohr und kann hier an der Millimeterteilung seinem Volumen nach abgelesen werden. Im vorliegenden Falle hatten wir hierfür 1.2 ccm in Abzug zu bringen.

Die Gesamtrechnung für das im Kühlrohr befindliche Gasvolumen stellt sich demnach bei unserem Beispiel wie folgt:  $[44.6^2) + 0.8 \text{ (Hg)} - 1.2 \text{ (H}_2\text{O)}] = 44.2$  ccm bei  $2.4^0$  und 738 mm Druck =  $42.2$  ccm  $- 0.8 \text{ (Hg) ccm} = 41.4$  ccm normal. In Summa wurden demnach als Gesamtgasvolumen  $[345.3 \text{ (Birne)} + 41.4 \text{ (Kühlrohr)}] = 386.7$  ccm gefunden, während nach der Seite 150 angestellten Berechnung  $163.3$  ccm Luft +  $223.2$  ccm  $\text{CO}_2 = 386.5$  ccm Gas zu erwarten gewesen wären. Diese vorzügliche Übereinstimmung spricht bereits dafür, dass der beschrittene Weg sich als durchaus gangbar erwiesen hat.

#### IV. Untersuchung des Gesamtgases auf Einzelbestandteile.

Zunächst muss ein Vermischen der in der Birne aufgefangenen und der im Kühlrohr zurückgebliebenen Gase vorgenommen werden, weil deren Zusammensetzung selbstverständlich eine verschiedene ist. Nachdem die Quetschhähne d und e geschlossen sind (b bleibt natürlich während des Versuchs dauernd geschlossen), werden Kühlrohr und Steigrohr aus ihren Haltern losgeschraubt und in eine möglichst senkrechte Lage gebracht. Deshalb lassen sich, wie an dieser Stelle betont werden möge, die auf den ersten Blick störenden Gummiverbindungen zwischen I, H und J nicht vermeiden. Durch die erwähnte Operation wird

<sup>1)</sup> Bei der später benutzten Methode des Überdrückens der Gasmenge mit Wasser kann dies völlig vermieden werden.

<sup>2)</sup> cfr. S. 150.

ein Aufsteigen des Gases in der Birne erzielt, was durch wiederholtes Heben und Senken des Kühlrohrs, wodurch eine pumpenartige Wirkung erzeugt wird, befördert werden kann. Über das Messen etwaiger kleiner Wassermengen vergl. unter III. Es gelingt leicht, sämtliches Gas, vielleicht von einzelnen Bläschen abgesehen, überzutreiben und etwaiges Wasser, auch wieder von geringen Spuren abgesehen, im Steigrohr zurück zu lassen. Man hat hierauf zu achten, da das Wasser in der Birne infolge seines vom Quecksilber so sehr abweichenden spezifischen Gewichts kleine Ungenauigkeiten hervorrufen könnte.

Ist sämtliches Gas in der Birne vereinigt und hat daselbst eine genügende Mischung erfahren, so wird Quetschhahn c dauernd geschlossen, das in einer Quecksilberwanne mündende Ableitungsrohr III durch Öffnen des Glashahns und Heben des Wägeglasses C mit dem zu untersuchenden Gase angefüllt und hierauf die Niveaueinstellung in bekannter Weise bewirkt. Diese immer wiederkehrende Einstellung, die bei der Beschreibung etwas umständlich zu sein scheint, gelingt nach einiger Übung mit grösster Schärfe in wenigen Minuten. Nach dem Wägen des mit Quecksilber gefüllten Wägeglasses wird über die Mündung des Ableitungsrohrs ein mit dem betreffenden Absorptionsmittel (bei unserem Beispiel, bei welchem es sich um die Bestimmung der Kohlensäure handelt, Kalilauge) gefülltes Eudiometer gestülpt, worauf durch Heben des Wägeglasses und Öffnen des Glashahns eine entsprechende Gasmenge in das Eudiometer gepresst wird. Die Bestimmung der nicht absorbierten Gase im Eudiometer erfolgt in bekannter Weise. Durch Neu-Einstellung des Quecksilberniveaus und Wägung des Wägeglasses erfährt man die in die Birne eingetretene Quecksilbermenge und hieraus auf dem Wege einfacher Umrechnung das zur Analyse verwandte Gasvolumen. Parallelbestimmungen können sich unmittelbar anschliessen.

Die bei der Bestimmung anderer Gasarten nötigen Änderungen sind selbstverständlich. Ebenso braucht kaum nochmals erwähnt zu werden, dass unser Apparat die Verwendung HEMPEL'scher Gaspipetten nicht ausschliesst.

Die analytischen Ergebnisse stellten sich bei dem als Beispiel gewählten Versuche wie folgt. Es wurden drei Kontrollbestimmungen ausgeführt:



1. Gewicht des Wägeglasses vor dem Ablassen von Gas = 3647.3 g.  
 " " " nach " " " " = 1609.1 "  
 Gewicht des in die Birne eingetretenen Quecksilbers = 2038.2 g.  
 entsprechend 150.08 ccm bei 2.3° und 752 mm B. = 146.2 ccm normal.  
 Hinterl. im Eudiometer 63.0 ccm bei 1.9° u. 752 mm B. = 61.5 " "  
 Die analysierte Gasmenge enthielt somit (146.2—61.5)  
 84.7 ccm . . . . . = 57.93% CO<sub>2</sub>.
2. Gewicht des Wägeglasses vor dem Ablassen von Gas = 2864.8 g  
 " " " nach " " " " = 921.4 "  
 Gewicht des in die Birne eingetretenen Quecksilbers = 1943.4 g.  
 entsprechend 143.11 ccm bei 2.3° und 752 mm B. = 189.4 ccm normal.  
 Hinterl. im Eudiometer 60.4 ccm bei 1.9° u. 752 mm B. = 58.9 " "  
 Die analysierte Gasmenge enthielt somit (139.4—58.9)  
 80.5 ccm . . . . . = 57.75% CO<sub>2</sub>.
3. Gewicht des Wägeglasses vor dem Ablassen von Gas = 2731.6 g.  
 " " " nach " " " " = 1602.5 "  
 Gewicht des in die Birne eingetretenen Quecksilbers = 1129.1 g.  
 entsprechend 83.14 ccm bei 2.3° und 752 mm B. = 81.0 ccm normal.  
 Hinterl. im Eudiometer 35.0 ccm bei 1.9° u. 752 mm B. = 34.15 " "  
 Die analysierte Gasmenge enthielt somit (81.0—34.15)  
 46.85 ccm . . . . . = 57.84% CO<sub>2</sub>.

Das Mittel der drei Bestimmungen beträgt also 57.84% CO<sub>2</sub>,  
 und da wir (S. 154) 386.7 ccm Gesamtgas gefunden hatten, so  
 ergibt sich als:

berechnet = 223.2 ccm CO<sub>2</sub> = 100.00 gesetzt,  
 gefunden = 223.7 " " = 100.22 "

In gleicher Weise fanden wir bei drei anderen Versuchen,  
 die berechnete Kohlensäuremenge stets gleich 100 gesetzt,  
 99.63, 100.18, 99.65, so dass sich als Gesamtmittel die bereits in  
 der vorangegangenen Arbeit (S. 116) angeführte Zahl 99.92  
 ergibt.

Wir glauben hierdurch den Beweis erbracht zu haben, dass  
 der benutzte Apparat exakt funktioniert, dass ihm keine nennens-  
 werte Fehlerquelle anhaftet, und dass die damit gewonnenen  
 Ergebnisse daher vollkommen zuverlässig sind. Hierfür sprechen  
 auch die in der vorangegangenen Arbeit beschriebenen gas-  
 analytischen Versuche über Denitrifikationsvorgänge, deren  
 Resultate, namentlich bezüglich der Stickstoffbilanz, bedeutendere  
 Abweichungen erkennen lassen müssten, sofern die benutzte  
 Untersuchungsmethode nicht den nötigen Grad der Genauigkeit  
 besäße. Die Absorption des Sauerstoffs mit Pyrogallol im  
 Eudiometer dürfte allerdings, wie bereits mehrfach erwähnt,  
 nicht ganz unanfechtbar sein, aber dies ist ein Verfahren, welches  
 mit dem hier behandelten Apparate direkt nichts zu thun hat.

Zum Schluss lassen wir noch das Gesamtprotokoll über einen der von uns ausgeführten Denitrifikationsversuche folgen, um einen einheitlichen Überblick über die ganze Berechnungsart, sowie auch ein Beispiel der eigentlichen Versuche zu geben.

Versuch vom 22. bis 26. März.

250 ccm Nitratbouillon mit 0.7100 g N +

25 „ Salpeterlösung „ 0.1088 „ „

geimpft mit *B. denitrificans* II var.

a) Berechnung der im Kölbchen u. s. w. vorhandenen Luft:

Inhalt des Kölbchens bis zur Marke . . . 351.60 ccm

„ der Röhren  $\alpha + \gamma$  . . . . . 4.60 „

356.20 ccm.

Ab für Gärflüssigkeit (275

minus 1.65)<sup>1)</sup> . . . . . 273.35 ccm

Ab für Röhre  $\beta$  . . . . . 6.40 „ 279.75 „

76.45 ccm.

Im Kühlrohr und Standrohr . . . . . 23.90 „

In 273.35 ccm Bouillon bei 10.5° ab-

sorbiert<sup>2)</sup> . . . . . 1.66 „

102.01 ccm bei 10.5° u. 750.5 mm B.

= 96.92 ccm normal.

b) Bestimmung des Gesamt-Gasvolumens:

2879.8

188.6

2691.2 g Quecksilber = 198.17 ccm bei 13.7° u. 745.5 mm B. = 182.22 ccm norm.

Dazu im Kühlrohr u. s. w. [23.9 + 0.8 (Hg)] 24.7 ccm bei

13.7° und 750.5 mm B. [22.87 - 0.8 (Hg)] . . . . . = 22.07 „ „

204.29 ccm norm.

Quecksilberstand im Steigrohr 100 mm niedriger als beim Beginn, 5.0 mm höher als im Barometerrohr; kein Wasser vorhanden.

c) Untersuchung des Gesamtgases auf Einzelbestandteile:

1. Bestimmung der Kohlensäure:

557.2 g Hg = 41.04 ccm bei 13.8° u. 745.5 mm B. = 37.72 ccm norm.

hinterlassen = 35.0 „ „ 13.5° „ 745.5 „ „ = 32.21 „ „

5.51 ccm CO<sub>2</sub> = 14.61%

517.4 g Hg = 38.10 ccm bei 13.8° u. 745.5 mm B. = 35.02 ccm norm.

hinterlassen = 32.3 „ „ 13.5° „ 745.5 „ „ = 29.72 „ „

5.30 ccm CO<sub>2</sub> = 15.13%

<sup>1)</sup> Wasserverlust beim letzten Sterilisieren = 1.65 g, cfr. die vorangehende Arbeit S. 116.

<sup>2)</sup> Absorptionscoefficient der Bouillon cfr. die vorangehende Arbeit S. 123.

2. Bestimmung des Sauerstoffs:

850.5 g Hg = 62.63 ccm bei 13.8° und 745.5 mm B. = 57.57 ccm norm.  
 hinterlassen = 50.8 " " 13.5° " 745.5 " " = 46.75 " "

	10.82 ccm CO <sub>2</sub> + O
ab	8.56 " CO <sub>2</sub>
	2.26 ccm O = 3.92 %

584.6 g Hg = 43.05 ccm bei 13.8° und 745.5 mm B. = 39.57 ccm norm.  
 hinterlassen = 34.2 " " 13.5° " 745.5 " " = 31.47 " "

	8.10 ccm CO <sub>2</sub> + O
ab	5.88 " CO <sub>2</sub>
	2.22 ccm O = 5.61 %

3. Bestimmung des Wasserstoffs:

225.4 g Hg = 16.6 ccm bei 13.5° und 745.5 mm B. = 15.27 ccm norm.  
 hinterlassen = 15.8 " " 13.5° " 745.5 " " = 14.54 " "

	0.73 ccm = 4.78 %
--	-------------------

4. Prüfung auf Kohlenwasserstoff:

Nach der Explosion = 15.8 ccm bei 13.5° u. 745.5 mm B. = 14.54 ccm norm.  
 " Zusatz v. KOH = 13.1 " " 7.3° " 743.0 " " = 12.34 " "

	Gefundene Abnahme = 2.20 ccm.
	Für CO <sub>2</sub> berechnete Abnahme = 2.29 "

Demnach kein Kohlenwasserstoff vorhanden.

Die Benutzung dieser Analysenergebnisse zur Aufstellung der Gesamtbilanz und der Stickstoffbilanz ergibt sich aus den Angaben der vorhergehenden Arbeit (S. 123).

Es sei noch bemerkt, dass sämtliche Umrechnungen der Gase auf Normal-Temperatur und Druck mit Hilfe der Tabellen von LIEBERMANN ausgeführt worden sind, deren Benutzung eine grosse Erleichterung gewährt.

Jena, im November 1897.

# Mitteilung über die Abhängigkeit der Menge des in den wässerigen Niederschlägen enthaltenen Stickstoffs von den Land- und Seewinden.

Von

Dr. LEO ANDERLIND.

Bei den bisherigen Untersuchungen über die in den wässerigen Niederschlägen enthaltene Stickstoffmenge hat man zwar den Einfluss, welchen die Jahres-, Tages-, Nachtzeit und die Dauer der Niederschläge auf den Stickstoffgehalt der Niederschläge ausüben, zu ermitteln gesucht, den Umstand aber, ob die Winde, welche die Niederschläge herbeiführen, vom Land oder von der See herkommen, noch unbeachtet gelassen.

Und doch muss allem Anscheine nach diesem Umstand in den Küstengegenden eine beachtenswerte Einwirkung auf die Menge des in den wässerigen Niederschlägen enthaltenen Ammoniaks zuerkannt werden. Dies kann aber in vielen Gegenden für die land- und forstwirtschaftliche Praxis einigermaßen bedeutsam sein, besonders da, wo Bodenbewässerung stattfindet oder künftig stattfinden soll.<sup>1)</sup> In dieser Beziehung hat man in neuester Zeit auf der von der Gesellschaft Jesu eingerichteten meteorologischen Station zu Guardia bei Tuy in Galicia (Spanien) bemerkenswerte Beobachtungen gemacht, deren Ergebnisse hier in grobem Umriss mitgeteilt werden sollen.<sup>2)</sup>

Die mit Nordost-, Nord- und Nordwestwinden eintreffenden Niederschläge enthalten in ihrer Mehrheit Ammoniak in verschiedener aber bestimmbarer Menge. Die ersten durch die bezeichneten Luftströmungen herbeigeführten Niederschläge enthalten mehr Ammoniak als die folgenden; die nachts fallenden

<sup>1)</sup> Ich gestatte mir, hier auf meine kleine Schrift „Die Umgestaltung des Landwirtschaftsbetriebes durch die Zweierntenwirtschaft mit oder ohne Bewässerung“ 1889 und auf eine grössere Arbeit über „Waldbewässerung“, deren Veröffentlichung ich in einiger Zeit zu ermöglichen hoffe, hinzuweisen.

<sup>2)</sup> Nach der Schrift „Observatorio meteorológico del Colegio de la compañía de Jesús en la Guardia“. Tuy. Tipografía Gallega 1894. Cuaderno tercero S. 62.

Niederschläge mehr, als die über Tag fallenden; die vom Atlantischen Ozean aus Süd und Südwest kommenden Niederschläge sind die ammoniakärmsten.

Zur Ermöglichung eines richtigen Verständnisses dieser Beobachtungsergebnisse sei bemerkt, dass Guardia nicht sehr weit vom Atlantischen Ozean gelegen ist. Die aus Süd und Südwest kommenden Winde haben Land wenig oder gar nicht berührt. Dagegen ist der Beobachtungsort nach Nordost, Nord, weniger nach Nordwest, von weiten Landstrecken begrenzt, so dass wenigstens die aus Nordost und Nord kommenden Winde als Landwinde bezeichnet werden können.

Die in Guardia gewonnenen Beobachtungsergebnisse, wonach die Niederschläge, welche durch über Land kommende Winde herbeigeführt werden, eine grössere Menge Ammoniak enthalten, als die Niederschläge, welche fallen bei vom Ozean kommenden Luftströmungen, lassen sich ja ganz gut erklären. Auf dem Lande entsteht durch Fäulnis und Verwesung organischer Stoffe, durch die menschliche Thätigkeit verschiedener Art, z. B. Gewerbebetriebe, mehr Ammoniak, als auf dem Ozean. Die über Land wehenden Winde werden daher auch eine grössere Menge Ammoniak aufnehmen und in den Niederschlägen absetzen, als die Ozeanwinde.

Dass sich auf Binnenlandstationen, welche sehr weit vom Ozean oder einem umfänglichen Meere entfernt liegen, kein oder doch kein beträchtlicher Unterschied in der bezeichneten Richtung wird nachweisen lassen, darf man wohl annehmen. Wohl aber können hier Winde, welche ausgedehnte Industriegegenden berührt haben, ammoniakreichere Niederschläge herbeiführen, als Luftströmungen, welche ansehnliche Industriegegenden nicht berührt haben.

Es wäre erwünscht, dass man auf Versuchs-Stationen, welche in Küstengegenden liegen, zur Kontrolle der in Guardia gewonnenen Ergebnisse Beobachtungen über den Einfluss der See auf den Ammoniakgehalt der Niederschläge ausführte. Ferner wäre ich sehr dankbar dafür, wenn es die eine oder andere Station, welche günstig zu bedeutenden Industriegegenden liegt, unternähme, durch genaue Beobachtungen festzustellen, ob meine Mutmassung, dass grossartiger Gewerbebetrieb den Ammoniakgehalt der Niederschläge vermehre, sich statistisch beweisen lässt oder nicht.

---

## Verband landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche.

An die Herren Mitglieder des Verbandes.

### Die Beschaffung reiner Reagentien betreffend.

Die Vorschläge, den Reinheitsgrad der Reagentien betr., welche die unterzeichnete Kommission s. Z. sämtlichen Mitgliedern des Verbandes unterbreitet hat, und welche im 49. Bande der Landw. Versuchs-Stationen, S. 398, abgedruckt sind, haben einstimmige Annahme gefunden. Es sind demzufolge mit 10 chemischen Fabriken, welche den Herren Mitgliedern gesondert bekannt gegeben worden sind, Verträge folgenden Wortlauts abgeschlossen worden:

„Die unterzeichnete Firma verpflichtet sich, an die Mitglieder des Verbandes landw. Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche Reagentien unter folgenden Bedingungen zu liefern:

1. die Ware vor ihrem Abgange auf den nachstehend angegebenen Reinheitsgrad von sachverständiger Hand prüfen zu lassen und dem Abnehmer hierüber ein Attest zuzufertigen, welches von dem mit der Prüfung beauftragten Chemiker mit namentlicher Unterschrift versehen ist;

2. nachstehenden Reinheitsgrad zu garantieren:

- a) Schwefelsäure. Spec. Gewicht 1,84; 10 g dürfen nach dem Glühen keinen Rückstand geben; bleifrei und frei von sonstigen Metallen; stickstofffrei; in 50 g dürfen wägbare Mengen von Arsen nicht vorhanden sein.
- b) Salzsäure. Spec. Gewicht 1,19; frei von Schwefelsäure, Arsen, Schwermetallen, Thonerde, Kalk, Chlor und Bromwasserstoff; 10 g dürfen beim Eindampfen keinen Rückstand geben.

3. Salpetersäure. Spec. Gewicht 1.20; frei von Metallen und Erden, Schwefelsäure, Chlor und Jod; 10 g dürfen beim Eindampfen keinen wägbaren Rückstand geben.

4. Ammoniak. Spec. Gewicht 0.925; frei von Pyridin und anderen Teerabkömmlingen, Chloriden, Metallen, Schwefelsäure und Kohlensäure; 15 g dürfen beim Eindampfen keinen wägbaren Rückstand hinterlassen.

5. Natronlauge oder festes Ätznatron zur Stickstoffbestimmung nach KJELDAHL. Erstere von einem spec. Gewicht von 1.30 und frei von Ammoniak; beide frei von Nitrat und Nitrit.

6. Schwefelsäure zur Stickstoffbestimmung nach KJELDAHL. Spec. Gewicht 1.84; frei von Ammoniak, Salpeter- und salpetriger Säure, sowie von stickstoffhaltigen organischen Substanzen und Oxychlorverbindungen; für die mit Phosphorsäureanhydrid versetzte Schwefelsäure gelten dieselben Forderungen.

7. Molybdänsäure. 85 % Molybdänsäureanhydrid, und molybdänsaures Ammon mit mindestens 81 % Molybdänsäureanhydrid; beide frei von Metallen und Phosphorsäure.

8. Citronensäure. 100prozentig; frei von Schwefelsäure, Oxalsäure, Weinsäure, Kalk und Metallen.

9. Ätzbaryt. Frei von Alkalien und alkalischen Erden, Schwermetallen und Schwefelbaryum.

10. Baryumchlorid. Frei von Alkalien, anderen alkalischen Erden und Oxychlorverbindungen.

11. Magnesiumchlorid. Frei von Phosphorsäure, Arsen, Metallen und Calciumverbindungen.

12. Kohlensaures Ammon. Frei von Schwefelsäure und Chlorid; 10 g dürfen beim Erhitzen keinen wägbaren Rückstand geben.

13. Ammoniumchlorid. Frei von Phosphorsäure, Metallen und Erden, Schwefelsäure, Rhodan und Teerabkömmlingen.

14. Ammoniumnitrat. Wie No. 13.

15. Magnesia usta. Darf nicht mehr als 2 % Kalk enthalten und nur geringe Mengen von Alkalien aufweisen; möglichst frei von Kohlensäure.

Für die zu garantierende Reinheit aller übrigen Reagentien sind die Vorschriften von Dr. C. KRAUCH (die Prüfung der Reagentien, 3. Aufl. 1896) massgebend.

Die Minimal-Quantitäten, bei deren Bezug die obige specielle Garantie geleistet werden wird, betragen bei den im vorstehenden namhaft gemachten Reagentien No. 1—6 50 kg, bei No. 7—16 5 kg. Bei den übrigen Reagentien, deren Preis pro 1 kg 10 Mark nicht übersteigt, tritt die Verpflichtung zur speciellen Garantieleistung bei einem Bezuge von 5 kg, bei den teureren Reagentien jedoch schon dann ein, wenn der Preis für das entnommene Quantum 50 Mark und mehr beträgt.“

Schwierigkeiten betreffs der Garantieleistung haben sich namentlich beim Zinkstaub ergeben, und es wird sich daher nach Ansicht der Kommission empfehlen, denselben nur nach einzuforderndem Muster zu kaufen.

Im übrigen werden die Mitglieder ersucht, nunmehr ihren Bedarf auch wirklich von den genannten Firmen zu beziehen, da sonst die mühsam zu stande gebrachten Verträge sehr bald gekündigt werden würden. Es wird sich ferner empfehlen, bei Bestellungen auf die Verträge Bezug zu nehmen.

Die Kommission hält es für wünschenswert, noch mit anderen Fabriken in Verbindung zu treten, und bittet die Verbandsmitglieder um geeignete Vorschläge.

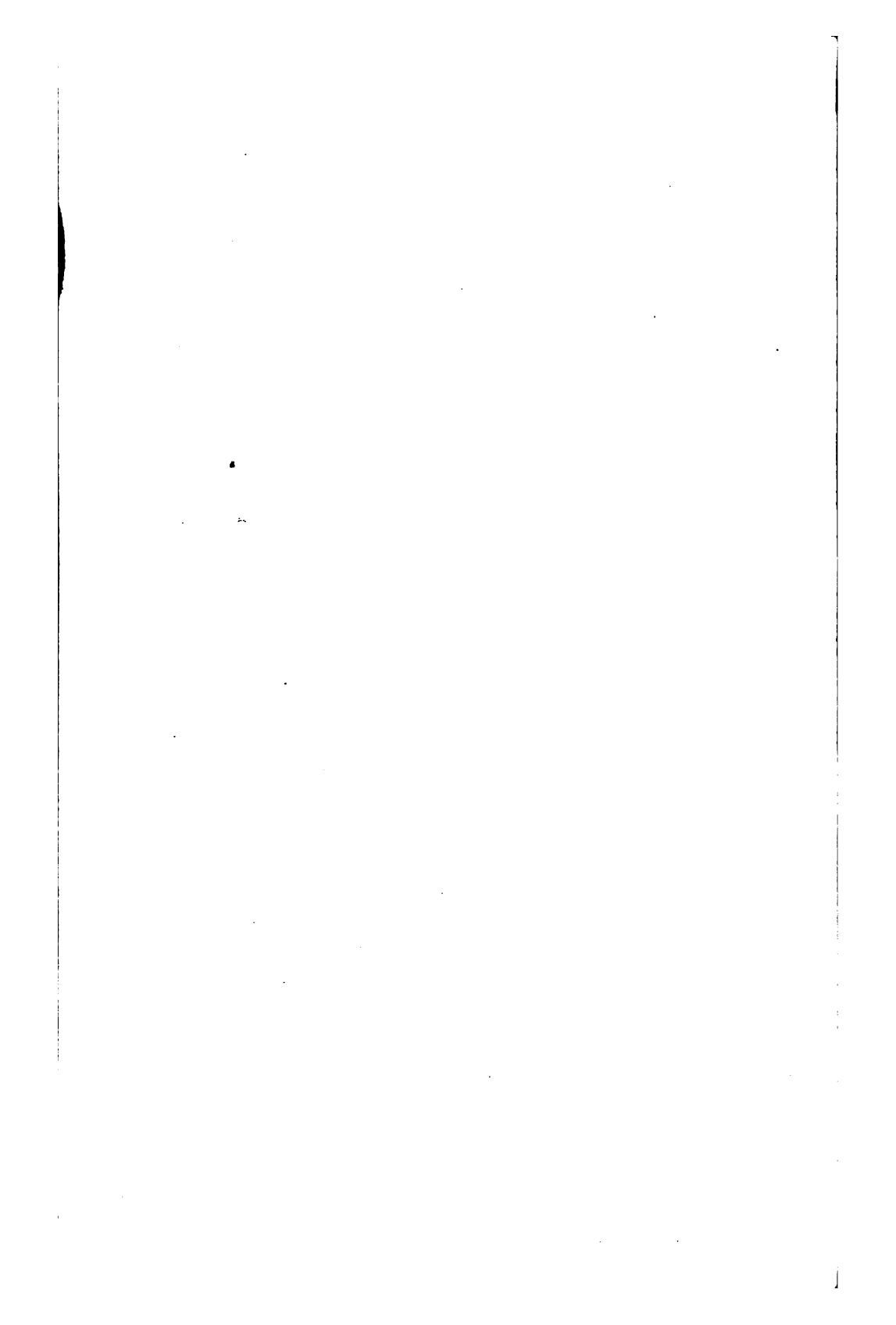
Verstöße gegen die Verträge bittet man einem der Unterzeichneten mitzuteilen.

Möckern und Pommritz, im März 1898.

**Die Kommission für die Beschaffung reiner Reagentien.**

KELLNER. LOGES.





Verhandlungen der X. Hauptversammlung des  
Verbandes landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen  
im Deutschen Reiche  
im „Kurhaus“ zu Harzburg am 18. und 19. September 1897.

Tagesordnung.

1. Bericht und Rechnungsablage des Vorstandes über das Geschäftsjahr 1896/97.
  2. Zweite Lesung der Beschlüsse der VIII. und IX. Hauptversammlung, betr. analytische Methoden (Landw. Vers.-Stat. Bd. 48, S. 150; Bd. 49, S. 11, 15, 25, 29, 55, 60).
  3. Bericht über gemeinsame Untersuchungen, betr. die Bestimmung der citratlöslichen Phosphorsäure in Thomasphosphaten (Berichterstatter: Geh. Reg.-Rat **MARCKER**).
  4. Bericht über gemeinsame Samenprüfungen (Berichterstatter: Geheimer Hofrat **NOBBE**).
  5. Antrag des Ausschusses für Düngemittel, dass Knochenmehle nicht nach **WAGNER** auf citratlösliche Phosphorsäure untersucht werden sollen (Berichterstatter: Prof. **LOGES**).
  6. Über Bezugsquellen zuverlässiger Reagentien (Berichterstatter Hofrat **KELLNER**).
  7. Die Berechnung des wirtschaftlichen Wertes der Futtermittel (Berichterstatter Dr. **ARRIBOR**).
  8. Besprechung des Nährwertes der Fettsäuren im Verhältnis zu dem der Neutralfette (Berichterstatter Prof. **EMMERLING**).
  9. Über die Geldwertberechnung des Melassefutters (Berichterstatter: Prof. **EMMERLING**).
  10. Über die Errichtung von Nahrungsmittel-Ämtern (Berichterstatter: Landes-Ökonomie-Rat Freiherr Dr. **VON CANSTEIN**).
  11. Etwaige Wünsche und Anträge.
  12. Vertrauliche Sitzung.
  13. Neuwahl des Vorstandes und der Ausschüsse.
- Versuchs-Stationen. L.

## Präsenz-Liste.

## I. Mitglieder.

Prof. Dr. BAUMERT, Halle a. S.  
 Dr. BEHRENS, Karlsruhe.  
 Dr. BURCHARD, Hamburg.  
 Prof. Dr. DIETRICH, Marburg.  
 Prof. Dr. DRUDE, Dresden.  
 Prof. Dr. EDLER, Jena.  
 Prof. Dr. EMMERLING, Kiel.  
 Dr. FASSBENDER, Kempen.  
 Dr. GERLACH, Jersitz-Posen.  
 Prof. Dr. HAGEMANN, Bonn.  
 Dr. HALENKE, Speier.  
 Dr. HARTLEB, Bonn.  
 Dr. HASSELHOFF, Münster i. W.  
 Dr. HOLLBUNG, Halle a. S.  
 Dr. KALB, Göttingen.  
 Hofr. Prof. Dr. KELLNER, Möckern.  
 Prof. Dr. KLIEN, Königsberg.  
 Prof. Dr. LEHMANN, Göttingen.  
 Prof. Dr. LOGES, Pommritz.  
 Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. MAERCKER,  
 Halle a. S.  
 Prof. Dr. MORGEN, Hohenheim.  
 Geh. Hofr. Prof. Dr. NOBBE, Tharand.  
 Dr. OMBIS, Würzburg.  
 Prof. Dr. PFEIFFER, Jena.  
 Prof. Dr. RODEWALD, Kiel.  
 Prof. Dr. H. SCHULTZE, Braunschweig.  
 Prof. Dr. B. SCHULZE, Breslau.  
 Dr. STEFFECK, Halle a. S.

Dr. Steglich, Dresden.  
 Dr. TACKE, Bremen.  
 Prof. Dr. ULBRICHT, Dahme.  
 Prof. Dr. WAGNER, Darmstadt.  
 Prof. Dr. WILFARTH, Bernburg.

II. Vertreter des Deutschen  
Landwirtschaftsrates.

Prof. v. LANGSDORFF, Kgl. Ök.-Rat,  
 Dresden.

III. Vertreter der Deutschen  
Landwirtschafts-Gesellschaft.

Dr. AERBOE, Berlin.

IV. Vertreter der analytischen  
Kommission des Vereins der  
Düngerindustriellen.

Dr. BRUNNER, Wetzlar.  
 Dr. VON GRUEBER, Vienenburg.

## V. Gäste.

Dr. GRETE, Zürich.  
 Dr. POMMER, Generalsekretär, Braun  
 schweig.  
 Dr. SCHNEIDEWIND, Halle a. S.  
 Dr. SCHUMANN, Halle a. S.  
 Dr. SWAVING, Goes (Holland).  
 Dr. WIDÉN, Örebro (Schweden).

Der Vorsitzende des Verbandes, Geheimer Hofrat Professor  
 Dr. NOBBE, eröffnet die Sitzung am 18. September 9 Uhr und  
 begrüsst die anwesenden Mitglieder und Gäste.

Zu Punkt 1 der Tagesordnung:

**Bericht und Rechnungsablage des Vorstandes über das  
 Geschäftsjahr 1896/97**

weist der Vorsitzende darauf hin, dass der Verband landwirtschaft-  
 licher Versuchs-Stationen heute zum 10. Male in einer Hauptver-  
 sammlung zur Beratung zusammentrete. Am 22. Januar 1888  
 wurde die konstituierende Sitzung des Verbandes in Weimar  
 abgehalten, und am 15. September desselben Jahres tagte die  
 erste Hauptversammlung zu Bonn.

Der Verband begann seine Thätigkeit mit einem Bestande von 42 Mitgliedern; gegenwärtig umfasst derselbe 52 Deutsche Versuchs-Stationen.

Auch auf die innere Entwicklung des Versuchswesens während der verflossenen 10 Jahre dürfen wir mit Befriedigung zurückblicken.

Im ersten Decenium seines Bestehens ist der Verband naturgemäss stark in Anspruch genommen worden durch die Aus- und Durchbildung der analytischen Methoden, durch die Schärfung der Waffen, mittelst deren der Verband seinerseits eingetreten ist in den heutigen Kampf um solide Ware im Handel mit landwirtschaftlichen Hilfsstoffen.

Nicht als ob man der Meinung wäre, dass der Stand des Fabrikanten und Kaufmanns als solcher einer minderen Achtung seiner Integrität würdig wäre, als irgend ein anderer Berufszweig. Aber es ist eine harte Thatsache, dass in diesen Beruf sich Elemente eingedrängt haben, deren geschäftliche Manipulationen einer unablässigen Kritik und Kontrolle bedürfen. Es wäre zweckmässiger, wenn die soliden Elemente des Handels, Hand in Hand mit den Versuchs-Stationen und den durch jene Manipulationen in ihrem Lebensinteresse geschädigten Landwirten, zur Bekämpfung des unlauteren Wettbewerbes vorgehen möchten, anstatt durch ihre prinzipielle Ablehnung der gesetzlichen Regelung des Handels mit landwirtschaftlichen Hilfsstoffen sich selbst die Schuld aufzuladen, wenn in den fraglichen Gesetzentwurf Bestimmungen aufgenommen werden sollten, die ihrer Ansicht von Billigkeit und Gerechtigkeit nicht genügend Rechnung tragen.

Übrigens möge hier ausdrücklich konstatiert werden, dass der Verband an der politischen Agitation in der fraglichen Richtung überhaupt nicht, und Mitglieder desselben weit weniger beteiligt sind, als dies von gewissen Seiten zur Diskreditierung der lästigen Kontrolle überhaupt darzustellen beliebt wird.

Auch das verflossene Geschäftsjahr ist der technisch-analytischen Aufgabe des Verbandes gewidmet gewesen durch Sitzungen der betreffenden Ausschüsse und des Vorstandes, sowie durch wiederholte Aussendung identischer Proben an eine grössere Anzahl von dem Verbande angehörenden Versuchs-Stationen zu

gemeinsamer Untersuchung. Diese gemeinsamen Untersuchungen haben ja nicht den Zweck, gewissermassen durch Majoritätsbeschluss wissenschaftliche Methoden normieren zu wollen, wie es infolge eines sehr bedauerlichen Missverständnisses dargestellt worden; sie bezwecken lediglich zu prüfen, ob und wie weit ein hier oder da bewährtes Untersuchungsverfahren komplizierter schwieriger Objekte im praktischen Dienste sich bewährt an den verschiedenen Untersuchungsanstalten, die doch mehr oder minder verschiedenartige Subjektivitäten und örtliche Einrichtungen besitzen.

Hat sonach auch das verflossene Geschäftsjahr wiederum eine wesentliche Förderung der analytischen Methoden herbeigeführt, so dürfen wir die Zeit als nahe bevorstehend betrachten, wo diese technischen Arbeiten des Verbandes als in der Hauptsache abgeschlossen zu betrachten sind, und wir dem zweiten Teile des Verbandsprogramms, das bei dessen Begründung als Ideal vorschwebte, nämlich der wissenschaftlichen Erforschung der Grundlagen des Landwirtschaftsbetriebes zur Steigerung der Rentabilität, uns ausgebreiteter widmen dürfen, als dies auch bisher schon für Jeden, der sehen will, der Fall gewesen ist. Und diese zweite, rein wissenschaftliche Aufgabe des Versuchswesens wird uns allen, dafür bin ich Ihrer Zustimmung sicher, die weitaus liebere sein!

Einstweilen wollen wir fortfahren, den wohlerkannten Aufgaben der Gegenwart zu dienen, unbeirrt durch die feindseligen Angriffe, denen die Versuchs-Stationen in dieser Kampfperiode dieserhalb ausgesetzt sind.“

Schliesslich teilt der Vorsitzende mit, dass am 26. September d. J. die Enthüllungsfest des HELLEFEGEL-Denkmales in Bernburg stattfinden wird.

Die Jahresrechnung über 1895/96 ist von den Revisoren H. SCHULTZE-Braunschweig und LOGES-Pommritz geprüft und richtig befunden worden.

Sie schliesst ab mit einer Einnahme von 2288.09 M.

„ „ „ „ „ Ausgabe „ 1860.99 „

Übertrag auf neue Rechnung 427.10 M.

Für die Jahresrechnung 1896/97 werden dieselben Revisoren ernannt.

Der Mitgliedsbeitrag für das Geschäftsjahr 1897/98 wird auf 30 M. festgesetzt.

Punkt 2 der Tagesordnung.

**Zweite Lesung der Beschlüsse der VIII. und IX. Hauptversammlung, betreffend:**

- a) die Wertbestimmung der Grassamen. (Landw. Vers.-St. Bd. 48, S. 150.)

NOBBE: Dieser Beschluss der Kieler (VIII.) Hauptversammlung hat noch nicht zur zweiten Lesung gestanden, es empfiehlt sich, auch heute die Beschlussfassung noch auszusetzen, weil eine allgemeine Revision und Zusammenstellung der Samenprüfungsmethoden im Werke ist.

Die Versammlung ist damit einverstanden.

- b) Bestimmung des Kali in Stassfurter Kalisalzen. (Landw. Vers.-Stat. Bd. 49, S. 11.)
- c) Bestimmung des Ammoniakstickstoffes in Ammoniaksalzen und Mischungen. (Landw. Vers.-St. Bd. 49, S. 15.)
- d) Gültigkeit der Beschlüsse über analytische Methoden. (Ebendasselbst S. 25.)

Die Punkte b, c, d werden einstimmig ohne Debatte angenommen.

- e) Bestimmung und Garantie von Dicalciumphosphat in Präcipitaten. (Ebendasselbst S. 29.)

EMMERLING wünscht, dass der Ausdruck „citratlöslich“ allemal näher präcisirt werde, z. B. nach WAGNER, PETERMANN etc.

MAEBCKER hat für die Untersuchungen kein Material finden können; Präcipitate kommen in Halle garnicht vor.

KELLNER hat in der letzten Versammlung den Auftrag erhalten, Versuche über den Futterwert der Pyrophosphatphosphorsäure anzustellen, hat aber nur in 2 Präcipitaten ganz geringe Mengen Pyrophosphorsäure gefunden. Wenn die Präcipitate durchweg frei sind von Pyrophosphorsäure, bezw. nur Spuren enthalten, ist ein Fütterungsversuch praktisch von keiner Bedeutung.

H. SCHULTZE fragt an, wo die Vorschriften für die PETERMANN'sche Methode veröffentlicht sind.

PFEIFFER ist der Ansicht, dass es sich im vorigen Jahre nur um eine Resolution, die nicht zur zweiten Lesung gestellt zu werden brauche, gehandelt habe. Zur Sache wolle er bemerken, dass in Jena auch nur wenig Präcipitate zur Untersuchung eingeliefert würden, er habe sich aber von Fabrikanten Muster verschiedenen Ursprungs verschafft und mehrfach einen nicht unerheblichen Gehalt an „Pyrophosphorsäuren“ konstatiert; doch liesse sich noch nicht mit Sicherheit entscheiden, ob es sich um eigentliche Pyrophosphorsäure oder um Metaphosphorsäure handle. Die Trennung der ersteren von der Orthophosphorsäure könne nach der Methode von BERTHELOT und G. ANDRÉ (Comptes rendus de l'académie des sciences. 123 p. 773; Referat Chem. Centralbl. 1897, Bd. I, S. 76) scharf durchgeführt werden. Eine Methode zur Bestimmung der Metaphosphorsäure neben den anderen beiden Formen habe er noch nicht zu ermitteln vermocht, und dürfte das Auffinden einer solchen seiner Ansicht nach auch auf erhebliche Schwierigkeiten stossen. — Vegetationsversuche zur Feststellung des Wirkungswertes der „Pyrophosphorsäuren“ im Vergleich zur Orthophosphorsäure seien in diesem Sommer leider gescheitert, würden aber wiederholt werden.

WAGNER: In Hessen kommen häufiger Präcipitate an den Markt; es wird zweckmässig sein, die Frage an den Ausschuss zurück zu verweisen.

MAERCKER stellt den Antrag, dass der Ausschuss im nächsten Jahre die Bestimmung der Dicalciumphosphatphosphorsäure weiter verfolgen und die Verhandlung in der nächsten Hauptversammlung wieder aufgenommen werden soll. Wird angenommen.

f) Die Zusammenstellung der Aciditätszahlen von Futtermitteln. (Ebendasselbst S. 55.)

EMMERLING schlägt vor, die Abstimmung bis nach seinem Referat zu Punkt 8 der Tagesordnung auszusetzen. Die Versammlung ist damit einverstanden.

g) Die gesonderte Bestimmung der wasserlöslichen und citratlöslichen Phosphorsäure in Superphosphaten. (Ebendasselbst S. 60.)

Wird in zweiter Lesung einstimmig angenommen.

BRUNNER: In FRESSENIUS Zeitschrift für analyt. Chemie.

LOGES hat mit PETERMANN korrespondiert, die ursprüngliche Vorschrift ist inzwischen verändert.

MAERCKER: An den Düngemittel-Ausschuss ist von EMMERLING der Antrag gestellt, die PETERMANN'sche Methode zur Bestimmung der citratlöslichen Phosphorsäure wegen vorgekommener Differenzen einer Prüfung zu unterziehen. Der Antrag wurde von dem Vorsitzenden des Ausschusses zunächst MÜLLER-Hildesheim überwiesen; dieser ist durch Krankheit am Erscheinen verhindert, er teilt schriftlich mit, „dass in Hildesheim nach PETERMANN gearbeitet wird, und zwar bei Superphosphaten mit alkalischer, bei neutralen Phosphaten — wie namentlich Knochenmehl — mit neutraler Lösung. Ich möchte indessen dieses dem Verbands weder allgemein vorschlagen, noch zur Prüfung unterbreiten, weil ich dieser Bestimmung überall keine nennenswerte Bedeutung bis auf weiteres beilege; sie wird auch nur in einem Einzelfalle verlangt, und dann sprechen wir uns gewöhnlich vorher aus.“ Wenn nun die PETERMANN'sche Methode inzwischen modifiziert worden ist, möchte LOGES aufgefordert werden, die Vorschrift den Verbandsmitgliedern mitzuteilen. Die Erfahrungen mit der neuen Methode werden dann zeigen, ob wir in eine Prüfung derselben einzutreten haben oder nicht.

Ist inzwischen geschehen durch Rundschreiben vom 7. Oktober 1897:

#### Herstellung der Lösung.

500 g reine Citronensäure werden in Ammoniak von 0,92 spec. Gewicht gelöst bis zur neutralen Reaktion (man braucht etwa 700 ccm). Die abgekühlte Lösung wird mit Wasser bis zum spec. Gewicht von 1,09 bei 15° C. verdünnt. Dann werden pro Liter 50 ccm Ammoniak von 0,92 spec. Gewicht hinzugefügt; nach 48stündigem Stehen wird filtriert.

Das spec. Gewicht der fertigen Lösung ist 1,082—1,083.

#### Ansführung der Bestimmung.

1 g Präcipitat oder 2 g Superphosphat (vorher auf dem Filter mit H<sub>2</sub>O ausgewaschen) mit 100 ccm obiger Lösung in einer Reibschale zerreiben, in einem  $\frac{1}{4}$  Literkolben spülen, 15 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur unter Umschütteln stehen lassen, dann bei 40° C. 1 Stunde im Wasserbad digerieren, nach dem Erkalten auffüllen und filtrieren. Vom Filtrat 50 ccm (bei Superphosphaten 100 ccm) mit 10 ccm konz. Salpetersäure 10 Minuten kochen und die Phosphorsäure nach der Molybdän- oder Citratmethode fällen.



Bei letzterer annähernd mit Ammoniak neutralisieren, 15 ccm PETERMANN'scher Citratlösung und 10 ccm Ammoniak, spec. Gewicht 0,91, zufügen, mit 25 ccm. Magnesiamixtur tropfenweise versetzen und  $\frac{1}{2}$  Stunde ausrühren (Méthodes suivies dans l'analyse des matières fertilisantes, publiées par A. PETERMANN, Gembloux 1897.)

### Punkt 3 der Tagesordnung.

#### Bericht über gemeinsame Untersuchung betr. die Bestimmung der citratlöslichen Phosphorsäure in Thomasmehlen.

Berichterstatter: Geheimer Regierungsrat, Professor Dr. MAERCKER-Halle.

Der Düngerausschuss des Verbandes der Versuchs-Stationen hat in Erledigung des ihm durch die letzte Hauptversammlung erteilten Auftrags die Molybdänmethode WAGNER mit der Citratmethode BÖTTCHER verglichen und auch die Methode MACH-PASSON einer Prüfung unterworfen. Er hat sich zu diesem Zwecke durch die Versuchs-Stationen Möckern, Breslau, Marburg und Bonn verstärkt, und die Ergebnisse sind den Herren Verbandsmitgliedern bereits in einem Sonderabdruck aus den „Landw. Vers.-Stat.“ zugegangen, so dass sich der als Referent bestellte Vorsitzende des Düngerausschusses in seinem Bericht kurz fassen kann.

Der Vollständigkeit halber mag das Ergebnis der vergleichenden Untersuchungen nach der Molybdänmethode WAGNER und der Citratmethode BÖTTCHER an dieser Stelle nochmals mitgeteilt werden.

(Siehe Tabelle Seite 173.)

Es ist aus den Zahlen zu ersehen, dass die Übereinstimmung der Methoden WAGNER und BÖTTCHER fast überall eine sehr befriedigende gewesen ist, denn im Mittel der untersuchten 21 Thomasphosphatmehle verschiedenen Ursprungs ergaben sich folgende Resultate:

No.	J.-No.	Chemische Werke vorm. H. & E. ALBERT-Neunkirchen . . . . .	BÖTTCHER Citratmethode	WAGNER Molybdänmethode
No. 1,	J.-No. 2201	Chemische Werke vorm. H. & E. ALBERT-Neunkirchen . . . . .	16.44	16.52
„ 2,	„ 2202	Phosphatmühlen Akt.-Ges. MALSTATT-Burbach . . . . .	17.33	17.31
„ 3,	„ 2203	Lothringer Thomasphosphatmühlen-Diedenhofen . . . . .	12.12	12.11
„ 4,	„ 2204	Chemische Werke, vorm. H. & E. ALBERT-Ruhrort . . . . .	14.96	14.93
„ 5,	„ 2205	Phosphatfabrik HOYERMANN-Teplitz . .	16.22	16.21

Vergleichende Untersuchungen  
 von Thomasphosphatmehlen nach der Molybdän-Methode von WAGNER  
 und der Citrat-Methode von BOTCHER 1897.

No.	Möckern		Pommritz		Breslau		Hildesheim		Marburg		Braunschweig		Halle a. S.		Bonn	
	Molybd.	WAGNER	Molybd.	WAGNER	Molybd.	WAGNER	Molybd.	WAGNER	Molybd.	WAGNER	Molybd.	WAGNER	Molybd.	WAGNER	Molybd.	WAGNER
2201	16.43	16.45	16.70	16.82	16.74	16.29	16.28	16.32	16.79	16.82	16.10	16.46	16.28	16.41	16.28	16.41
2	17.31	17.28	17.00	17.74	17.59	17.12	17.41	17.41	17.56	17.53	17.41	17.25	17.02	17.33	17.02	17.33
3	11.98	12.06	12.08	12.14	12.31	11.84	11.95	12.03	12.35	12.25	12.07	12.06	12.61	12.26	12.61	12.26
4	14.97	14.95	14.82	15.19	14.98	14.91	14.72	14.78	15.16	15.13	14.77	14.75	15.18	15.00	15.18	15.00
5	16.09	16.10	16.24	16.16	16.38	16.00	16.32	16.38	16.50	16.50	16.94	16.95	16.20	16.13	16.20	16.13
6	12.06	12.04	11.74	12.15	12.10	11.58	11.71	11.78	11.80	11.80	11.85	11.77	12.06	12.03	12.06	12.03
7	16.78	16.91	16.78	17.26	16.89	16.70	16.83	16.90	16.95	16.89	16.45	16.86	16.84	16.77	16.84	16.77
8	16.15	16.06	16.16	15.77	15.88	15.89	15.81	15.49	16.15	16.12	15.68	15.82	16.15	16.13	16.84	16.15
9	14.12	14.16	14.17	14.30	14.12	14.14	14.31	13.82	14.33	14.20	14.00	14.08	14.00	13.75	14.00	13.75
10	12.63	12.57	12.46	12.58	12.79	12.42	12.61	12.54	12.67	12.67	12.64	12.60	12.74	12.57	12.74	12.57
11	16.82	16.79	16.49	16.71	17.08	16.87	16.57	16.45	16.89	17.01	16.46	16.95	16.87	16.79	16.87	16.79
12	14.70	14.73	14.65	14.84	14.75	14.72	14.72	14.53	15.29	15.12	14.59	14.72	14.95	14.95	14.95	14.95
13	12.79	12.65	12.45	12.67	12.41	12.67	12.67	12.73	12.92	12.86	12.38	12.42	12.29	12.60	12.29	12.60
14	19.33	19.37	19.23	19.29	19.25	19.14	19.14	19.00	19.45	19.25	18.84	19.15	18.94	18.86	18.94	18.86
15	—	—	15.91	16.05	—	—	—	—	16.25	16.25	15.76	15.80	—	—	—	—
16	17.55	17.51	17.36	17.44	17.65	17.36	17.28	17.15	—	—	17.33	17.30	17.36	17.96	17.36	17.96
17	16.31	16.23	15.72	15.80	—	—	—	—	16.41	16.25	15.95	16.14	16.28	16.13	16.28	16.13
18	14.74	14.66	14.58	14.62	14.74	14.84	14.59	14.59	15.22	15.16	14.61	15.00	15.10	15.08	15.10	15.08
19	14.78	14.70	14.28	14.37	14.66	14.56	13.76	13.82	14.81	14.78	14.23	14.48	14.18	14.23	14.48	14.23
20	13.59	13.43	13.23	12.97	13.15	13.43	12.80	12.74	—	—	12.80	13.05	13.39	13.13	13.39	13.13
21	13.09	13.01	12.98	12.82	12.95	12.82	12.61	12.67	13.31	13.24	12.76	12.93	13.06	13.24	13.06	13.24

			BÖTTCHER Citrat- methode	WAGNER Molybdän- methode
No. 6, J.-No.	2206	Thomasschlackenmahlwerke-Düdelingen (aus Dudelage) . . . . .	11.87	11.88
„ 7, „	2207	C. SCHEIBLER & Co.-Köln (aus Rothe Erde) . . . . .	16.82	16.86
„ 8, „	2208	Eisenwerk - Gesellschaft Maximilians- hütte, Rosenberg-Oberpfalz . . . . .	15.97	15.89
„ 9, „	2209	Oberschlesische Thomasphosphatwerke, Friedenshütte bei Morgenroth . . . . .	14.10	14.10
„ 10, „	2210	SCHÜCHTERMANN & KRÄMER, Mahlwerke, Dortmund . . . . .	12.62	12.57
„ 11, „	2211	Bochumer Verein für Bergbau- und Gussstahlfabrikation-Bochum . . . . .	16.74	16.80
„ 12, „	2212	H. SCHLUTIUS & Co.-Oberhausen . . . . .	14.82	14.76
„ 13, „	2213	Eisen- u. Stahlwerke, HOESCH, Akt.-Ges., Dortmund . . . . .	12.60	12.59
„ 14, „	2214	Aktien-Ges. Peiner Walzwerke-Peine . . . . .	19.14	19.16
„ 15, „	2215	Aktien-Glashütte St. INGEBERT (Pfalz) . . . . .	15.97	16.03
„ 16, „	2216	Phosphatmehl - Verkaufs - Bureau der böhmisches Thomaswerke - Prag (aus Bubenc) . . . . .	17.42	17.35
„ 17, „	2217	Thomasschlacken-Mahlwerke-Dillingen . . . . .	16.13	16.11
„ 18, „	2218	Verwaltung der Rosamundenhütte, A. WUNSCH-Morgenroth . . . . .	14.80	14.84
„ 19, „	2219	Thomasschlackenmahlwerk Völklingen No. 1, Blockschlacke . . . . .	14.39	14.42
„ 20, „	2220	Dasselbe No. 2, neue Pffannenschlacke . . . . .	13.16	13.13
„ 21, „	2221	„ „ 3, alte „ . . . . .	12.91	13.01

Die Uebereinstimmung der abgekürzten Citratmethode BÖTTCHER mit der Molybdänmethode WAGNER ist daher im Mittel eine fast absolute zu nennen. Die grössten Abweichungen zwischen den beiden Methoden waren bei denselben Analytikern folgende:

Methode BÖTTCHER gegen WAGNER:

No. 1 . . . . .	+ 0.36 %	No. 12 . . . . .	+ 0.13 %
„ 2 . . . . .	- 0.22 „	„ 13 . . . . .	+ 0.31 „
„ 3 . . . . .	- 0.36 „	„ 14 . . . . .	- 0.75 „
„ 4 . . . . .	- 0.18 „	„ 15 . . . . .	+ 0.14 „
„ 5 . . . . .	- 0.28 „	„ 16 . . . . .	- 0.29 „
„ 6 . . . . .	+ 0.07 „	„ 17 . . . . .	- 0.15 „
„ 7 . . . . .	+ 0.41 „	„ 18 . . . . .	+ 0.39 „
„ 8 . . . . .	+ 0.19 „	„ 19 . . . . .	+ 0.25 „
„ 9 . . . . .	- 0.25 „	„ 20 . . . . .	+ 0.28 „
„ 10 . . . . .	- 0.17 „	„ 21 . . . . .	+ 0.26 „
„ 11 . . . . .	+ 0.49 „		

Die höchste Bestimmung wich von der niedrigsten verschiedener Analytiker folgendermassen ab:

BÖTTCHER		WAGNER	BÖTTCHER		WAGNER
No. 1 . . . . .	0.53 %	0.72 %	No. 12 . . . . .	0.59 %	0.70 %
„ 2 . . . . .	0.59 „	0.78 „	„ 13 . . . . .	0.44 „	0.58 „
„ 3 . . . . .	0.47 „	0.67 „	„ 14 . . . . .	0.51 „	0.61 „
„ 4 . . . . .	0.38 „	0.38 „	„ 15 . . . . .	0.45 „	0.49 „
„ 5 . . . . .	0.55 „	0.72 „	„ 16 . . . . .	0.36 „	0.37 „
„ 6 . . . . .	0.36 „	0.44 „	„ 17 . . . . .	0.43 „	0.69 „
„ 7 . . . . .	0.17 „	0.80 „	„ 18 . . . . .	0.60 „	0.64 „
„ 8 . . . . .	0.64 „	0.67 „	„ 19 . . . . .	0.96 „	1.05 „
„ 9 . . . . .	0.55 „	0.51 „	„ 20 . . . . .	0.69 „	0.79 „
„ 10 . . . . .	0.32 „	0.37 „	„ 21 . . . . .	0.57 „	0.70 „
„ 11 . . . . .	0.56 „	0.62 „			

Vom Mittel der für die einzelnen Thomasphosphatmehle ausgeführten Bestimmungen weichen ab:

No.	BÖTTCHER		WAGNER	
	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
No. 1 . . . . .	0.30 %	0.23 %	0.38 %	0.34 %
„ 2 . . . . .	0.28 „	0.31 „	0.41 „	0.37 „
„ 3 . . . . .	0.20 „	0.27 „	0.57 „	0.18 „
„ 4 . . . . .	0.20 „	0.18 „	0.23 „	0.19 „
„ 5 . . . . .	0.29 „	0.26 „	0.44 „	0.28 „
„ 6 . . . . .	0.22 „	0.14 „	0.28 „	0.16 „
„ 7 . . . . .	0.07 „	0.10 „	0.43 „	0.41 „
„ 8 . . . . .	0.24 „	0.40 „	0.19 „	0.48 „
„ 9 . . . . .	0.20 „	0.35 „	0.23 „	0.28 „
„ 10 . . . . .	0.10 „	0.22 „	0.17 „	0.20 „
„ 11 . . . . .	0.21 „	0.35 „	0.34 „	0.28 „
„ 12 . . . . .	0.36 „	0.23 „	0.47 „	0.27 „
„ 13 . . . . .	0.27 „	0.17 „	0.32 „	0.22 „
„ 14 . . . . .	0.20 „	0.30 „	0.31 „	0.30 „
„ 15 . . . . .	0.18 „	0.23 „	0.28 „	0.21 „
„ 16 . . . . .	0.16 „	0.20 „	0.23 „	0.16 „
„ 17 . . . . .	0.12 „	0.31 „	0.28 „	0.41 „
„ 18 . . . . .	0.32 „	0.28 „	0.42 „	0.22 „
„ 19 . . . . .	0.36 „	0.60 „	0.42 „	0.63 „
„ 20 . . . . .	0.30 „	0.39 „	0.33 „	0.36 „
„ 21 . . . . .	0.23 „	0.34 „	0.40 „	0.30 „

Die Abweichungen innerhalb der WAGNER'schen Molybdänmethode war also eher etwas grösser als innerhalb der Citratmethode BÖTTCHER, und im ganzen haben die vom verstärkten Düngerausschuss der Versuchs-Stationen ausgeführten Untersuchungen recht günstige Ergebnisse für die BÖTTCHER'sche

Citratmethode gehabt. Nicht in demselben Masse ist dies von der MACH-PASSON'schen Methode zu sagen, bei welcher weit grössere Differenzen hervortraten, nämlich zwischen Maximum und Minimum bei denselben Thomasphosphatmehlen bis zu 1.36<sup>0/0</sup> und Differenzen über 0.75<sup>0/0</sup> zwischen Minimum und Maximum zeigten bei der ausgeführten Untersuchung von den 21 Thomasphosphatmehlen 14, so dass also diese Methode vorläufig nicht in Betracht kommen kann, um so weniger, als die BÖTTCHER'sche Methode ja so ausserordentlich einfach ist.

Trotz des günstigen Ausfalls für die BÖTTCHER'sche Methode hat der Düngerausschuss doch Bedenken getragen, dem Verbands schon jetzt diese Methode als Verbandsmethode zu empfehlen, da sich an der Prüfung doch immer nur eine kleinere Zahl von Analytikern beteiligte und es der Verband wohl für sich in Anspruch nehmen darf, dass jedes seiner Mitglieder die Methode eingehend durchzuprüfen Zeit haben muss. Es war ja freilich bekannt gemacht, dass die von dem Düngerausschuss untersuchten Thomasphosphatmehle den Verbandsmitgliedern zur Verfügung ständen, aber von diesem Anerbieten ist nur in geringem Masse Gebrauch gemacht worden, offenbar weil man zuerst das Ergebnis der Untersuchungen des Düngerausschusses abwarten wollte. Wir dürfen daher der Gesamtheit des Verbandes nicht vorgreifen, und der Ausschuss stellt deshalb den Antrag:

„Es mögen sich sämtliche Verbandsmitglieder in dem letzten Vierteljahr von 1897 eingehend mit der Prüfung der BÖTTCHER'schen abgekürzten Citratmethode gegenüber der WAGNER'schen Molybdänmethode beschäftigen.“

Im Januar 1898 soll sodann auf einer nach Berlin zu berufenden ausserordentlichen Versammlung auf Grund der inzwischen gewonnenen Ergebnisse ein endgiltiger Beschluss gefasst werden.“

Der Berichterstatter möchte nun diesen Gegenstand nicht verlassen, ohne einige Äusserungen, welche auf der Versammlung des Verbandes selbständiger, öffentlicher Chemiker Deutschlands am 19. und 20. Juni in Leipzig seitens des Herrn Dr. Woy-Breslau über den Wert der Citratmethode gefallen sind, einer eingehenden Würdigung zu unterwerfen. Dr. Woy ist der Ansicht, dass der jetzige Modus der Bewertung des Thomasphos-

phatmehls ausschliesslich nach dem Gehalt an citratlöslicher Phosphorsäure nicht aufrecht erhalten werden könne, denn die zur Bestimmung der citratlöslichen Phosphorsäure eingeführten Methoden seien willkürlich, einseitig und übereilt vereinbart worden. Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen seien auf dem Gebiete des internationalen Phosphat- und Düngermarktes durchaus fremd, ihre Untersuchungen würden niemals verlangt und kämen niemals in Frage. Die allein massgebenden Proben gingen an die Deutschen öffentlichen Laboratorien u. s. w.

Herr Dr. Wox befindet sich dabei wirklich in einer harmlosen Täuschung. Die Versuchs-Stationen sollten auf dem Gebiet des internationalen Phosphat- und Düngermarktes vollkommen fremd sein; ihre Untersuchungen keinen massgebenden Wert besitzen! Nun wer hat denn überhaupt die Methoden zur Untersuchung der Düngemittel ausgearbeitet und eingeführt, auch diejenigen, welche von den Handelschemikern gebraucht werden? Von wem stammen denn die Untersuchungsmethoden aller Dünger- und Futtermittel? — Herr Dr. Wox möge uns das doch einmal sagen — etwa von Handelschemikern? das wäre doch wirklich eine vermessene Behauptung. Es sind die Versuchs-Stationen gewesen, die diese ausgearbeitet und damit die Grundlagen für den internationalen Dünge- und Futtermittelhandel geschaffen haben, diejenigen Methoden, die nicht allein von den deutschen Chemikern, sondern in der ganzen Welt jetzt angewendet werden. Im Auslande zweifelt Niemand daran, dass den Versuchs-Stationen dieses Verdienst zukommt, und darum wollen wir Herrn Dr. Wox diesen Zweifel gern überlassen. Es ist ja richtig, dass die meisten Untersuchungen auf dem internationalen Düngemarkt nicht von den Versuchs-Stationen, sondern von den Handelschemikern ausgeführt werden, aber nur deshalb, weil das nicht Sache der Versuchs-Stationen ist; diese haben lediglich im Auftrage der Landwirtschaft ihre Untersuchungen auszuführen und ihnen kann der internationale Handel gänzlich gleichgiltig sein. Herr Dr. Wox spricht sodann von einer „Citratlöslichkeitskomödie“ und wendet sich mit billigen Witzen gegen die Versuchs-Stationen auf Gebieten, auf welche zu folgen wir keine Veranlassung haben. Aus allen seinen Ausführungen geht aber hervor, dass Herr Dr. Wox nicht eine Ahnung davon hat, wie man überhaupt zu der Wertbemessung der Thomasphosphatmehle nach der Citrat-

methode gekommen ist. Er behauptet ferner, dass man mit einem unglaublichen Leichtsinne hierbei vorgegangen sei; einige wenige Versuche von WAGNER hätten genügt, um diese Methode einzuführen. WAGNER habe 1893 gefunden, dass man durch die Bestimmung der Citratlöslichkeit der Phosphorsäure in den Thomasphosphatmehlen einen ungefähren Anhalt zur Beurteilung des Thomasphosphatmehls besitze. Noch 1894 hätte derselbe die Bewertung der Thomasphosphatmehle nach der Citratmethode für undurchführbar erklärt, weil die Citratanalyse nicht denjenigen Grad der Genauigkeit besitze, wie die Interessenten ihn forderten; dann sei es plötzlich meinem Eintreten 1895 gelungen, die Bewertung der Thomasphosphatmehle nach der Citratmethode durchzusetzen. Man sehe hieraus, wie schnell, ja geradezu spielend die von WAGNER noch 1894 gehegten Bedenken „hinweg experimentiert“ seien; namentlich seien es Vegetationsversuche von mir gewesen, während eines einzigen Sommers, die ausschlaggebend gewesen seien.

Nun! die Versuchs-Stationen können in dieser Beziehung ein gutes Gewissen haben. Wenn wir uns nicht schon 1894 entschlossen haben, diese Methode einzuführen, so war der Grund, dass eben die Zahl der Vegetationsversuche von WAGNER noch nicht ausreichend war, um eine massgebende Methode vorzuschlagen, auch musste man die Methode selbst weiter ausprobieren, um diese Ergebnisse zu sichern. Auf Grund von WAGNERS Mitteilungen hat die Versuchs-Station Halle 1893 und 1894 also nicht in einem Jahre, was übrigens bei Vegetationsversuchen gleichgiltig ist, da, wie Herrn Dr. Woy offenbar unbekannt ist die Vegetationsversuche von der Jahreswitterung unabhängig sind, Vegetationsversuche mit einer grossen Zahl von Thomasphosphatmehlen ausgeführt. WAGNER ist ebenfalls nicht müssig gewesen und hat jahraus jahrein experimentiert und auf Grund seiner Experimente die Methode stetig verbessert, so dass wir in der That 1895 dem Verband der Versuchs-Stationen die Citratmethode nicht als ein vollkommenes Wertschätzungsmittel der Thomasphosphatmehle, aber als ein solches, das eine weit bessere Wertschätzung, als die alte Bestimmung der Gesamtposphorsäure, ermöglichte, vorschlagen konnten. Der Verband der Versuchs-Stationen hat alsdann 2 Jahre hinter einander durch seine Mitglieder die Methode weiter prüfen lassen und erst auf Grund dieser Prüfung ist diese Methode angenommen.

Dieses Verfahren ist doch wahrhaftig kein leichtsinniges, sondern ein der Wichtigkeit der Sache durchaus entsprechendes gewesen. Wie sollte man denn anders vorgehen? Wenn die Handelschemiker an der Richtigkeit der Grundlage der Methode zweifelten, dann hätten sie den entsprechenden Beweis führen müssen. Wenn nun aber Herr Dr. Wox glaubt, mit faulen Witzen gegen die Methode Sturm laufen zu können, so irrt er sich sehr. In der Wissenschaft sprechen nur Thatsachen, nicht Redensarten, denn nur Redensarten und nicht Thatsachen bringt Dr. Wox in seinem Vortrage. Eine wunderbare Ansicht hat endlich auch noch Dr. Wox über die Methode selbst, indem er folgendes ausspricht:

„Man wird überhaupt wohl gut thun zu sagen, nicht die Vegetationsversuche stimmen mit der Citratlöslichkeit überein, welche durch eine a priori und infolge einer gewissen Inspiration aufgestellte Methode ausschüttelungsweise ermittelt wird, sondern vielmehr die Sache umkehren und sagen, die Ausschüttelungsflüssigkeit ist experimentell schliesslich so bemessen, dass die mit ihrer Hülfe gefundene Citratlöslichkeit sich den Vegetationsversuchen anschliesst.“

Natürlich ist letzteres der Fall. Herr Dr. Wox zeigt durch seine Ausführungen, dass er auch nicht die entfernteste Ahnung davon hat, wie man bei der Wertschätzung eines Düngemittels vorgehen soll. Meint er etwa, man solle irgend eine bestimmte Methode der Bestimmung irgend eines Stoffes ausarbeiten und nachher probieren, ob der Erfolg, den man mit einem Düngemittel erzielt, mit den Ergebnissen dieser Methode übereinstimme; das wäre denn doch ein haarsträubender Weg, der von einer wahrhaft kindlichen Auffassung zeugen würde. Natürlich ist WAGNER umgekehrt verfahren; zunächst hat er diejenigen Thomasphosphatmehle, welche eine verschiedene Wirksamkeit bei Vegetationsversuchen ergaben, auf ihr Verhalten gegen verschiedene Reagentien geprüft und dabei gefunden, dass sich solche von guter und schlechter Wirksamkeit gegen Citratlösungen, deren Anwendung ja naheliegend erschien, verschieden verhielten. Dann hat er die Zusammensetzung und Verdünnung seiner Citratlösungen, die Zeit des Ausschüttelns der Thomasphosphatmehle mit der Citratlösung u. s. w. so lange in eingehenden Versuchen variiert, bis die analytische Bestimmung der citratlöslichen Phosphorsäure mit dem Ergebnis



der Vegetationsversuche übereinstimmte. Ich selbst habe nichts anderes gethan, als die WAGNER'schen Versuche nachgeprüft, und bin dabei zu einem mit WAGNER vollständig übereinstimmenden Ergebnis gekommen. Dr. Wox zeigt, wie gesagt, durch seine Ausführungen, dass er den Kern der ganzen Frage überhaupt nicht erfasst, und wir wollen getrost über diese und spätere Äusserungen, wenn sie nicht bessere thatsächliche Unterlagen haben, zur Tagesordnung übergehen. Auf diese Weise wird der Verband „Selbständiger, öffentlicher Chemiker Deutschlands“ wahrlich keine Lorbeeren ernten.

WAGNER: Bei der direkten Ausfällung hatten wir erhebliche Differenz mit einer anderen Station, die ausblieb bei der Molybdänmethode. Es wurden die fertigen Thomasmehllösungen ausgetauscht; die Ergebnisse mit denselben waren so eigentümlich, dass eingehende Versuche zur Aufklärung eingeleitet wurden. Aus diesen hat sich das Folgende ergeben:

1. Wenn man den frisch bereiteten Citratauszug mit alkalischer Citratlösung und Magnesiamixtur ausrührt, so erhält man selbst bei der Analyse silikatreichster Schlacke einen kieselsäurefreien Niederschlag, und es ist ganz gleichgültig, ob man ihn sofort nach dem Ausrühren oder erst nach 2stündigem Stehen abfiltriert.

2. Der Citratauszug des Thomasmehles verändert sich bei längerem Stehen im bedeckten Glase äusserlich nicht oder nur wenig. Er hält sich tagelang entweder vollkommen klar, oder er trübt sich etwas, ohne jedoch einen Niederschlag entstehen zu lassen. Trotzdem aber geht eine, für die Anwendbarkeit der direkten Fällungsmethode, bedeutungsvolle Veränderung in ihm vor. Die Neigung des Citratauszuges, nach Zusatz von alkalischer Citratlösung Kieselsäure in flockiger Form auszuscheiden, verstärkt sich von Stunde zu Stunde, so dass selbst bei mittlerem Silikatgehalt schon in dem 3 Stunden alten Auszug eine flockige Ausscheidung von Kieselsäure erfolgte, nachdem die alkalische Lösung zugesetzt und  $\frac{1}{2}$  Stunde ausgerührt worden war, während im frischen Auszuge nach Zusatz von alkalischer Citratlösung selbst nach 8stündigem Stehen keine Trübung entstand. In einem 24 Stunden alten, aus silikatreicher Schlacke gewonnenen Citratauszug entstand nach Zusatz von alkalischer Citratlösung schon sofort eine gallertartige Ausscheidung, ohne dass ein Ausrühren stattgefunden hatte.

3. Die Neigung des Citratauszuges, nach Zusatz von alkalischer Citratlösung Kieselsäure abzuscheiden, wird sehr erheblich vermindert durch Ausfällen der Phosphorsäure. Ein 3 Stunden alter Citratauszug zeigte nach Zusatz von alkalischer Citratlösung und erfolgtem halbstündigen Ausrühren einen flockigen Niederschlag von Kieselsäure. Der gleich alte Citratauszug aber ergab nach Zusatz von alkalischer Citratlösung und Magnesiamixtur einen silikatfreien Niederschlag, welcher auch nach 2 Stunden abfiltriert noch kieselsäurefrei war, und das gewonnene Filtrat zeigte selbst nach 24stündigem Stehen nicht die geringste Spur von abgeschiedener Kieselsäure.

4. Es ergibt sich aus den mitgetheilten Versuchen:

- a) dass die direkte Fällung der Phosphorsäure mittelst Magnesiamixtur möglichst in dem frisch gewonnenen Citratauzuge geschehen muss, wobei es nicht darauf ankommt, ob man den Niederschlag sogleich abfiltriert oder ihn eine Stunde stehen lässt, und
- b) dass man, um einer Nichtabscheidung von Kieselsäure selbst auch bei älteren Auszügen sicher zu sein, nicht zuerst die alkalische Citratlösung und darauf die Magnesiamixtur zuführen, sondern den Citratauszug mit einem Gemenge von alkalischer Citratlösung und Magnesiamixtur versetzen muss.

Wir haben während der letzten Wochen in einer sehr grossen Anzahl von Thomasmehlen die Phosphorsäure des Citratauzuges nach dem folgenden sehr bequemen Verfahren ausgefällt und haben dabei stets — auch bei kieselsäurereichen Mehlen — Niederschläge erhalten, welche frei von Kieselsäure waren und mit den Ergebnissen der Molybdänmethode sich deckten.

Die Vorschrift lautet:

a) Die Bereitung der citrathaltigen Magnesiamixtur. 200 g Citronensäure werden in 20% Ammoniak gelöst und die Lösung wird bis zu 1 l mit 20% Ammoniak verdünnt. Diese Lösung wird mit 1 l Magnesiamixtur von bekannter Zusammensetzung vermischt.

b) Die Bestimmung der Phosphorsäure. 50 ccm des frisch bereiteten oder nicht länger, als 1 Stunde, gestandenen Citratauzuges werden mit 50 ccm citrathaltiger Magnesiamixtur

versetzt und 30 Minuten lang ausgerührt. (Rührapparat nach STUTZER.) Der entstandene Niederschlag wird dann sogleich oder längstens nach 1 Stunde abfiltriert und auf bekannte Weise weiter behandelt.

B. SCHULZE: Auch wir hatten in einigen Fällen grosse Abweichung bei der direkten Ausfällung, für die wir keine Erklärung fanden. Die WAGNER'schen Mitteilungen lassen nun die Ursachen erkennen. Der Vorschlag von WAGNER bedeutet aber eine ganz neue Methode der direkten Ausfällung, und deshalb dürften nur 3 Monate für die Prüfung durch die Verbandsmitglieder nicht genügen.

HALENKE beobachtete ebenfalls bei sonst durchweg guter Übereinstimmung einzelne erhebliche Unterschiede zwischen der direkten und der Molybdän-Methode, die jedenfalls in dem von WAGNER geschilderten eigentümlichen Verhalten der Thomasmehllösungen beim Aufbewahren ihre Veranlassung gehabt haben.

TACKE: Im Laboratorium der Moor-Versuchs-Station sind durch Dr. IMMENDORFF mit 12 der Thomasmehlproben, die zu den vergleichenden Untersuchungen des Ausschusses für Düngemittel gedient haben, Bestimmungen der citratlöslichen Phosphorsäure nach WAGNER, BÖTTCHER und REITMAIR<sup>1)</sup> ausgeführt worden; letztere Methode wurde aus dem Grunde mit herangezogen, weil schon seit längerer Zeit nach ihr Bestimmungen der citratlöslichen Phosphorsäure im Vergleich mit WAGNER'S Methode bei uns mit gutem Erfolg ausgeführt wurden. Nach allen Methoden wurden übereinstimmende Resultate gefunden, wenn baldigst nach Zusatz des Fällungsmittels ausgerührt wurde. Da nach BÖTTCHER jedoch weniger Lösung gebraucht wird und geringere Mengen zu filtrieren sind, ist ihr der Vorzug vor der REITMAIR'schen Methode zu geben. Um die zur Wägung gelangenden Mengen Magnesiapyrophosphat zu erhöhen, wurden noch Versuche ausgeführt, ob man in der doppelten Menge die Fällung der Phosphorsäure nach BÖTTCHER vornehmen kann. In den Fällen, wo die Flüssigkeit filtrierbar war, wurden übereinstimmende Ergebnisse mit der vorgeschriebenen Methode erzielt, in einigen Fällen war die Filtration jedoch fast unmöglich.

---

<sup>1)</sup> 50 ccm der Lösung werden mit 60 ccm MAERCKER'scher Citratlösung und 50 ccm Magnesiamixtur versetzt und ausgeführt.

Was die Bewertung der Thomasschlacke nach Citratlöslichkeit überhaupt betrifft, so muss ich Veranlassung nehmen darauf hinzuweisen, dass DUBBERS in seiner bekannten Broschüre Seite 30 die von uns auf Moorboden ausgeführten Versuche citiert als Stütze für seine Ansicht, dass die Wirksamkeit der verschiedenen Thomasmehle im Boden günstiger ist, als nach ihrer Citratlöslichkeit erwartet werden dürfte. Es ist jedoch in den betreffenden Veröffentlichungen der Moor-Versuchs-Station ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich um saure Hochmoorböden handelt, die noch freie und mit einem sehr starken Lösungsvermögen ausgestattete Humussäure enthalten, und dass die Versuchsbedingungen absichtlich so gewählt waren, dass sie für das in die Erscheinung Treten der Wirkung der verschiedenen Citratlöslichkeit der verwendeten Thomasmehle möglichst ungünstig waren. Trotzdem traten die Unterschiede in der Wirksamkeit der verschiedenen Thomasmehle auf und entsprechen bei dem nicht abnorm stark sauren Boden befriedigend der Citratlöslichkeit.

Wenn dies schon auf freie Humussäuren enthaltendem Boden der Fall ist, wie viel mehr muss es auf Mineralböden sein, die gewöhnlich keine freien Humussäuren enthalten.

GERLACH: Versuche der Posener Versuchs-Station ergaben, dass beim Gebrauch einer wässerigen Lösung von Monokaliumcitrat in der von PASSON vorgeschlagenen Konzentration in allen bisher von uns beobachteten Fällen (es wurden über 100 Stück Thomasmehle untersucht) die gleichen Zahlen gefunden wurden, welche die WAGNER'sche Lösung ergab. Das ungünstige Resultat, welches die Prüfung des Düngemittel-Ausschusses erzielt hat, kann ich mir nur so erklären, dass einerseits die Vorschriften zur Ausführung unserer Methode nicht genau genug mitgeteilt worden sind, andererseits erfahrungsgemäss die erste Prüfung einer neuen Methode selten eine befriedigende Übereinstimmung der einzelnen Analytiker zeigt. Ergibt doch selbst die vergleichende Prüfung der WAGNER'schen Methode durch verschiedene Analytiker nach 2 Jahren noch Differenzen bis über 1 % (siehe die vorliegenden Zahlen).

Die Ansicht des Düngemittel-Ausschusses, dass die von uns vorgeschlagene Methode bedeutend niedrigere Zahlen, als die WAGNER'sche Methode, liefere, kann ich nicht teilen. Wie die vorliegenden Zahlen z. B. zeigen, sind die in Hildesheim

nach der WAGNER'schen Vorschrift gewonnenen Zahlen fast sämtlich niedriger, als die von anderen Versuchs-Stationen (z. B. Braunschweig) nach unserer Methode erzielten Werte. Wenn ich die Herren Kollegen bitte, die von uns vorgeschlagene Methode nochmals auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen, so geschieht dies, weil ich glaube, dass unsere Lösung vor der WAGNER'schen verschiedene Vorzüge besitzt:

1. Die Darstellung der Lösung ist sehr einfach. Das Monokaliumcitrat wird sich durch eine Firma rein darstellen lassen. Es ist daher nur nötig, die vorgeschriebene Menge dieses Salzes in einer bestimmten Menge Wasser aufzulösen. Von der richtigen Zusammensetzung der Lösung kann man sich leicht durch eine einfache Titration überzeugen.

2. Bei Benutzung der von uns vorgeschlagenen Lösung werden  $\frac{2}{3}$  der jetzt erforderlichen Mengen Citronensäure erspart. (Wir haben im vergangenen Jahre fast 3 Ctr. Citronensäure verbraucht.)

WAGNER giebt GERLACH Recht, dass eine Vereinfachung der Methode wichtig und wünschenswert ist; durch weitere Prüfung der Monokaliumcitratlösung gewinnt man vielleicht neue Grundlagen.

LOGES: In dem Protokoll der letzten Sitzung des Ausschusses für Düngemittel (Landw. Vers.-Stat. Bd. 49, S. 187) sind Vorschriften gegeben für die richtige Herstellung der WAGNER'schen Citratlösung; es fehlt aber noch an einer Methode, die richtige Zusammensetzung der fertigen Lösung hinsichtlich des Gehaltes an freier Citronensäure zu kontrollieren. Der I. Assistent der Versuchs-Station Pommritz, Dr. K. MÜHLE, hat ein solches Verfahren ausgearbeitet. Die WAGNER'sche Lösung wird in entsprechender Verdünnung mit einer titrierten Lösung von Natriumcarbonat gekocht und das übergelassene Ammoniak wie üblich bestimmt, der Destillationsrückstand mit titrierter Schwefelsäure im Überschuss gekocht und mit Lauge zurücktitriert. Man bestimmt in einer Operation also die Menge des Ammoniaks und der Citronensäure und kann daraus die Menge der freien Citronensäure berechnen. Die Resultate sind nach angestellten Kontrollversuchen sehr genau. Wir benutzen dasselbe Verfahren, um die PETERMANN'sche Citratlösung auf ihre Zusammensetzung zu kontrollieren.

PFEIFFER weist auf die bekannten Schwierigkeiten hin, welche die Darstellung der WAGNER'schen Citratlösung verursacht. Die Bestimmung der Acidität in einem Durchschnittsmuster der Citronensäure kann zu Ungenauigkeiten Veranlassung geben, sofern verwitterte Krystalle vorhanden sind, die sich nicht leicht gleichmässig verteilen lassen.

Ferner kann das vorgeschriebene Auffüllen der Flüssigkeiten in grossen Flaschen Ablesefehler verursachen. In Jena werden deshalb von der Citronensäurelösung und der Ammoniakflüssigkeit grössere Vorräte von annähernd richtiger, aber etwas zu hoher Konzentration hergestellt und in einfachster Weise auf ihren Gehalt an Säure und Ammoniak untersucht. Auf dem Wege der Rechnung ergibt sich dann, welche Mengen Citronensäurelösung, Ammoniakflüssigkeit und Wasser, die sich selbstverständlich scharf abmessen, resp. nach Bestimmung des spec. Gew. abwägen lassen, zusammengemischt werden müssen. In der fertigen Lösung wird der Gehalt an Ammoniak bestimmt, welcher indirekt auch den Säuregehalt zu kontrollieren gestattet. Wäre z. B. durch das Abmessen, oder durch eine etwaige Kontraktion beim Mischen der Flüssigkeiten ein Fehler bedingt, so müsste dies bei der Ammoniakbestimmung zu Tage treten. Stimmt letztere mit der Rechnung überein, so ist dies umgekehrt ein Beweis, dass auch der Säuregehalt richtig ist.

LOGES: Trotz dieser zweckmässigen Herstellungsweise ist eine Kontrolle der fertigen Lösung namentlich hinsichtlich der richtigen Acidität geboten; es ist immer nicht ausgeschlossen, dass beim Mischen einmal ein Versehen passiert. Es hat übrigens MÜLLER-Hildesheim eben dem Düngemittel-Ausschuss nachfolgende Beschreibung des in Hildesheim angewandten Verfahrens zur Herstellung und Kontrolle der WAGNER'schen Citratlösung gegeben. Die Herstellungsweise ist wie die PFEIFFER'sche, die Kontrolle unterscheidet sich von der in Pommritz üblichen nur dadurch, dass die Bestimmung des Stickstoffs und der Citronensäure in zwei getrennten Operationen ausgeführt wird.

Das MÜLLER'sche Verfahren ist folgendes:

#### I. Darstellung der Wagner'schen konzentr. Citratlösung.

Man stellt zunächst eine annähernd 50 %ige Citronensäurelösung dar, deren Gehalt durch Titration vermittelst der zur N-Bestimmung gebräuchlichen Natronlauge unter Anwendung von Phenolphthalein als Indikator genau bestimmt wird.

Zweckmässig füllt man 20 ccm der Citronensäurelösung auf ein Liter auf und titriert davon 50 ccm. Ebenfalls bestimmt man in 10%igem Ammoniak genau den Gehalt an N, indem man 50 ccm auf 1 l auffüllt, davon 50 ccm mit 30 ccm der zur N-Bestimmung verwandten Schwefelsäure übersättigt und den Überschuss der Säure mittelst obiger Natronlauge unter Anwendung von Congorot als Indikator zurücktitriert.

Von beiden Lösungen werden sodann die für 150 g Citronensäure resp. 23 g Stickstoff berechneten Mengen zusammengemischt und nach dem Erkalten auf 1 l aufgefüllt.

## II. Kontrolle der Wagner'schen Citratlösung.

### A. Des Ammoniaks.

25 ccm der konzentrierten WAGNER'schen Citratlösung werden mit Wasser auf 250 ccm verdünnt, 25 ccm davon werden im Kolben mit 100 ccm Wasser und zwei Löffeln voll Magnesia versetzt und bei gelinder Flamme einer Destillation unterworfen, vorgelegt werden 15 ccm obiger Schwefelsäure, zurücktitriert wird mit obiger Natronlauge. Als Indikator dient Congorot.

### B. Der Citronensäure.

50 ccm der konzentrierten WAGNER'schen Lösung werden mit 50 ccm Normal-Natronlauge und etwa 50 ccm Wasser in einem ERLÉNMEYER-Kolben von ca. 300 ccm Inhalt, welcher mit einem Glasaufsatz, der bei N-Bestimmungen nach ULSCH verwandt wird, versehen ist, versetzt und solange gekocht, bis sämtliches Ammoniak entwichen ist. Nach dem Erkalten wird der Natronüberschuss mit obengedachter titrierter Schwefelsäure zurücktitriert. Indikator: Phenolphthaleïn:

Aus diesen Daten berechnet man:

- a) den Stickstoff-Gehalt,
- b) die gesammte Citronensäure, und
- c) die nicht an Ammoniak gebundene freie Citronensäure.

TACKE: Wir kontrollieren eine neu hergestellte Citratlösung dadurch, dass ein früher untersuchtes Thomasmehl wieder vorgenommen wird.

WAGNER: Man soll kein Hilfsmittel unbenutzt lassen, sich von der wichtigen Zusammensetzung der hergestellten Lösung zu vergewissern. Zu den früher schon mitgeteilten Differenzen durch nicht genau kontrollierte Lösungen fügt er noch folgenden Fall hinzu. Darmstadt hatte  $1\frac{1}{2}\%$  weniger gefunden, als ein Englisches Laboratorium; Grund: der Englische Chemiker nahm 200 g Citronensäure pro l, statt 150 g!!

Bei der Abstimmung wird der Antrag MAERCKER einstimmig angenommen.

KELLNER: Anknüpfend an die Äusserungen MAERCKERS über das sonderbare Verhalten des Verbandes der Handelschemiker sei die Aufmerksamkeit der Versammlung noch auf einen anderen

Punkt gelenkt. Trotzdem es diesen Herren in ihrer letzten Generalversammlung vom 19. und 20. Juni d. J. opportun erschien, einzelne unserer geschätztesten und verdientesten Mitglieder mit den ärgsten Schmähungen zu belegen — und zwar ohne dass sich nur eine Stimme zum Widerspruch erhoben —, haben sie dennoch die Absicht kundgegeben, mit uns gemeinschaftlich auf wissenschaftlichem Gebiete zu arbeiten. Das specielle Feld für diese gemeinschaftliche Thätigkeit ist auch bereits gewählt, der Anfang soll bei Gelegenheit der bevorstehenden Naturforscher-Versammlung in Braunschweig gemacht werden. So angenehm es nun den Vertretern der Versuchs-Stationen nur sein kann, wenn in ihren Sitzungen in Braunschweig auch andere, als landwirtschaftlich wichtige Gegenstände behandelt werden, so darf man sich doch nicht der Gefahr aussetzen, dass jene Sitzungen zur Arena einer Polemik von derjenigen Tonart werden, die einzelnen der Hauptwortführer der Handelschemiker eigen ist. Es gilt also, uns diese von den letzteren angestrebte Mitarbeiterschaft vorläufig fernzuhalten.

Der Abteilung für „Agrikulturchemie und landwirtschaftliches Versuchswesen“ ist bei den Naturforscher-Versammlungen seit 1870 stets ihre Selbständigkeit gewahrt geblieben, erst im laufenden Jahre hat man den Versuch gemacht, dieser Abteilung die Nahrungsmittelchemiker anzugliedern. Ob dies ein Vorteil für die Vertreter des landwirtschaftlichen Versuchswesens sein wird, dürfte wohl — angesichts der Absichten eines uns so wenig wohlgesinnten Verbandes, wie desjenigen der Handelschemiker — keinem von uns zweifelhaft sein.

Die dem wissenschaftlichen Ausschuss der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte angehörigen Agrikulturchemiker, Professor Dr. TH. DIETRICH und der Redner, haben nun die Absicht, bei der demnächst stattfindenden Sitzung des genannten Ausschusses gegen die geplante Angliederung der Nahrungsmittelchemiker Verwahrung einzulegen und dahin zu wirken, dass bei den zukünftigen Naturforscher-Versammlungen der Abteilung für Agrikulturchemie und landwirtschaftliches Versuchswesen die bisherige Selbständigkeit erhalten bleibt. Es würde wichtig und wertvoll sein, wenn der Verband der Versuchs-Stationen in dieser Sache Stellung nähme und seinen beiden Vertretern ein Mandat im Sinne der eben gemachten Darlegungen erteilen wolle.



H. SCHULTZE stimmt in jeder Beziehung KRELLNER bei.

Die Versammlung billigt einstimmig das von unseren Vertretern in dem wissenschaftlichen Ausschuss Deutscher Naturforscher und Ärzte beabsichtigte Vorgehen in dieser Angelegenheit.

H. SCHULTZE regt die immer dringlicher werdende Frage an, ob die Verbandsversammlung im Interesse eines zahlreicheren Besuches der Naturforscher-Versammlung seitens der Verbandsmitglieder nicht besser auf eine andere Zeit, vielleicht in das Frühjahr, verlegt werden kann. Die Satzungen stehen dem nicht entgegen; es heisst dort, die Hauptversammlung soll „thunlichst“ im Anschlusse an die Naturforscher-Versammlung stattfinden. Mitte September sind die Stationen sehr stark beschäftigt, viele Kollegen sind nicht in der Lage, nach unserer Versammlung noch Zeit für die Naturforscher-Versammlung zu erübrigen.

DRUDE befürchtet, dass die Vertagung die entgegengesetzte Wirkung hat und unsere Sektion auf der Naturforscherversammlung noch schwächer besucht wird. Man sollte es mit der Hauptversammlung so halten, wie die botanische Gesellschaft; sie erledigt an einem Tage der Naturforscherversammlung interne und organisatorische Angelegenheiten, verhandelt im übrigen aber in der betreffenden Sektion.

H. SCHULTZE: Nach unserer Erfahrung hat sich ein Zusammentagen in keiner Weise als zweckmässig erwiesen, und deshalb ist vor einer Reihe von Jahren die Trennung beschlossen worden.

MAERCKER: Früher lagen die Verhältnisse anders; wir hatten viel mehr Arbeit mit organisatorischen Fragen, die langwierigen und diffizilen Verhandlungen mit den Vertretern des Handels und der Industrie wegen der Kontroleinrichtungen und dergl. kosteten viel Zeit. Das ist jetzt zum grössten Teil weggefallen; weitere Entlastung kann dadurch erzielt werden, dass die Natur vieler Verhandlungsgegenstände ihre Überweisung in die Sektionssitzung gestattet. Gegen die frühere Einrichtung des Zusammentagens liegen Gründe jetzt nicht mehr vor, wir können unbedenklich sie wieder aufnehmen.

HALENKE ist MAERCKER'S Ansicht. Man beraume eine Verbandsitzung für organisatorische und ähnliche Fragen an und erledige andere Sachen in der Sektion.

WILFARTH beklagt sehr die immer mehr abnehmende Beteiligung an unserer Sektion. Man möge doch einmal einen Versuch machen mit dem Vorschlage von MAERCKER.

Vorsitzender giebt eine Rekapitulation der Ansichten, hält es für besser, die weitere Erledigung dem Vorstande zu überlassen, als heute abzustimmen.

BRUDE stellt den Antrag (zur Abstimmung in der bevorstehenden ausserordentlichen Hauptversammlung des Verbandes):  
„In den Satzungen ist der Zusatz zu § 6 (jedenfalls aber nicht gleichzeitig mit derselben) zu streichen.“

Punkt 4 der Tagesordnung.

### Bericht über gemeinsame Samenprüfungen.

Berichterstatter Geh. Hofrath Prof. Dr. NOBBE-Tharand.

Der Berichterstatter legt die Ergebnisse einer gemeinsamen Prüfung von 4 Samenproben (*Onobrychis sativa*, *Vicia villosa*, *Festuca ovina*, *Alopecurus pratensis*) vor, welche von Tharand aus an 15 dem Verbande angehörige Versuchs-Stationen, die sich zur Mitarbeit daran bereit erklärt hatten, verteilt worden waren. Die Untersuchung sollte nach genau vorgeschriebenen, übereinstimmenden Verfahren ausgeführt werden. Die Ergebnisse waren folgende:

1. *Onobrychis sativa*. Von den 15 Prüfenden haben 10 eine Abweichung von weniger als der halben Latitüde im mittleren Gebrauchswert erzielt; ein Ergebnis geht hierüber hinaus, bleibt aber innerhalb der ganzen Latitüde von 5%, und 4 Stationen überschreiten die letztere. — In zwei Fällen hat dabei die Hartschaligkeit einen sichtlichen Einfluss geübt; in einem dritten Falle grösserer Abweichung war die Keimkraftprüfung ohne Benutzung eines Thermostaten ausgeführt worden.

2. *Vicia villosa*. Hier giebt eine sehr stark (von 2.33 bis 37.33%) schwankende Hartschaligkeit zu grösseren Differenzen Anlass. Ohne Berücksichtigung der in der untersuchten Samenprobe ungewöhnlich zahlreichen unquellbaren Samen ergab sich eine gute Übereinstimmung, indem nur in einem Falle die Differenz um mehr als 5% über das Mittel hinausgeht. Die Ritzmaschine wird inskünftige einer derartigen abnormen Hartschaligkeit der Schmetterlingsblütler begegnen.

3. *Festuca ovina*. Bei dieser schwierigen Grasart weichen von 13 beteiligten Versuchsanstalten 6 um weniger, als die halbe Latitüde, 3 um mehr als die halbe, aber weniger, als die ganze Latitüde (5%) vom Mittel ab. 4 Stationen überschreiten die Latitüde. Einen Hauptgrund für namhaftere

Differenzen bei *Festuca ovina* erblickt der Berichterstatter in der ungleichen Menge der als „taub“ ausgeschiedenen Scheinfrüchte. Zur Erreichung übereinstimmender Ergebnisse dürfen nur die wirklich leeren Hüllen — zweckmässig im durchfeuchteten Zustande — ausgeschieden werden, die ein Korn enthaltenden aber, und wäre dasselbe auch klein und mangelhaft ausgebildet, sind als „zweifelhaft“ dem Keimbett mit zu überweisen. Sehr schwache Körner erwiesen sich häufig keimfähig.

4. *Alopecurus pratensis*. Von den 14 Versuchsanstalten weichen 11 um weniger, als die halbe Latitüde, vom Mittel ab, 2 um mehr, als die halbe, aber weniger, als die ganze Latitüde (5%), und nur 2 haben grössere Differenzen erzielt.

Eine zweite Prüfungsreihe ist in der Ausführung begriffen.

Der Berichterstatter giebt der Überzeugung Ausdruck, dass die im Verbande massgebenden technischen Untersuchungsmethoden bei strenger Einhaltung eine ebenso gute Übereinstimmung der Prüfungsergebnisse von Samenproben verbürgen, wie die von künstlichen Düngemitteln, und stellt den Antrag

Der Ausschuss für Samenprüfungen wird beauftragt:

„Der bevorstehenden ausserordentlichen Hauptversammlung die revidierten Untersuchungsmethoden zur Beschlussfassung vorzulegen.“

Dieser Antrag wird einstimmig angenommen.

#### Punkt 5 der Tagesordnung.

**Antrag des Ausschusses für Düngemittel, dass Knochenmehle nicht nach Wagner auf citratlösliche Phosphorsäure untersucht werden sollen.**

Berichterstatter Prof. Dr. LOGES-Pommritz.

„In der VIII. Hauptversammlung zu Kiel (Landw. Vers.-Stat. Bd. 48, S. 163) wies MAERCKER in gegebener Veranlassung darauf hin, dass es unstatthaft sei, die WAGNER'sche Methode zur Bestimmung der citratlöslichen Phosphorsäure in Thomasschlackenmehlen auch bei Knochenmehlen anzuwenden, und WAGNER erklärte ausdrücklich dazu, dass für andere Düngemittel, als Thomasmehle, der Begriff „Citratlöslichkeit“ im Sinne seiner Arbeiten und Versuche überhaupt nicht existiere.

Trotzdem ist inzwischen die WAGNER'sche Methode von einigen Stationen bei Knochenmehlen, Perugano und anderen Düngemitteln angewandt worden, was zu unangenehmen Weiter-

ungen Veranlassung gegeben hat und zu Reklamezwecken von einigen Fabrikanten ausgenutzt worden ist.

Ein Widerspruch hat sich derzeit in Kiel gegen die Bemerkung der beiden Herren nicht erhoben, ein formeller Beschluss darüber ist indessen nicht gefasst worden. Der Düngemittel-Ausschuss hat deshalb beschlossen, nachfolgenden Antrag Ihrer Genehmigung zu unterbreiten:

**„Es sollen nur Thomasphosphatmehle, nicht aber Knochenmehle oder andere phosphorsäurehaltige Düngemittel nach der von Wagner lediglich für die Untersuchung von Thomasmehlen ausgearbeiteten, vom Verbandsangekommenen Methode untersucht werden dürfen.“**

Wird einstimmig angenommen.

Punkt 6 der Tagesordnung.

### **Über Bezugsquellen zuverlässiger Reagentien.**

Berichterstatter Hofrat Prof. Dr. KELLNER-Möckern.

„Die Kommission für die Beschaffung reiner Reagentien begann ihre Thätigkeit zunächst damit, dass sie im Dezember v. J. in der Chemiker-Zeitung einen Aufruf dahin ergehen liess es mögen sich diejenigen Fabriken melden, welche den Mitgliedern des Verbandes gegenüber einen bestimmten, später zu vereinbarenden Reinheitsgrad der Reagentien garantieren wollten. Es meldeten sich auf diesen Aufruf hin 11 Fabriken. Betreffs der Art der Garantieleistung ergaben die mit diesen Fabriken gepflogenen Verhandlungen, dass man keinesfalls weiter gehen könne, als eine specielle Untersuchung der Reagentien vor deren jedesmaligem Abgang aus der Fabrik, sowie ein detailliertes Untersuchungsattest hierüber zu fordern. Mit dieser Forderung erklärten sich die 11 Fabriken auch sämtlich einverstanden.“

H. SCHULTZE erblickt in der Erfüllung dieser Forderung einen wesentlichen Vorteil gegenüber dem gegenwärtigen Zustande und spricht den Wunsch aus, der Reinheitsgrad möge von der Kommission nach Gehör sämtlicher Mitglieder des Verbandes festgesetzt werden.

HALENKE ist der Ansicht, dass jeder Einzelne sich selber helfen müsste.

LOGES hält dem entgegen, wir würden sicher mehr erreichen durch gemeinsames Vorgehen; wenn der Einzelbesteller bei der Fabrik reklamiert, so ist das in der Regel erfolglos geblieben

und dieser Umstand hat gerade die Schaffung der Kommission zu diesem Zweck veranlasst. Wenn der Verband bei seinem grossen Bedarf geschlossen vorgeht, ist Erfolg zu erwarten.

V. GRUEBER rät, die Firmen, welche schlechte Reagentien liefern, öffentlich zu nennen und weist auf ein analoges Vorgehen in Russland hin.

MAERCKER schlägt vor, dass die Vorschläge betreffend zu fordernder Beschaffenheit u. s. w. gedruckt und den Verbandsmitgliedern zur Begutachtung zugestellt werden.

Die Versammlung nimmt darauf folgenden Antrag der Kommission an:

**„Die Kommission zur Beschaffung reiner Reagentien wird ermächtigt Verträge abzuschliessen, nach denen die Lieferanten sich verpflichten, die Reagentien vor deren Absendung auf ihre Reinheit zu prüfen und ein specielles Attest über diese Prüfung dem Abnehmer zuzustellen. Die Minimal-Quantitäten, bei deren Abnahme eine solche Prüfung einzutreten hat, sowie der Reinheitsgrad werden von der Kommission nach Gehör sämtlicher Verbandsmitglieder festgestellt.“**

Punkt 7 der Tagesordnung.

### **Die Berechnung des wirtschaftlichen Wertes der Futtermittel.**

Berichterstatter: Dr. F. AEREBOE-Berlin.

„Durch den Sonderausschuss für landwirtsch. Buchführung in der D. L.-G. wurde ich veranlasst, mich im vorigen Jahre eingehender mit der alten Streitfrage nach dem Werte und Preise der Futtermittel zu beschäftigen, sowohl der in der Landwirtschaft erzeugten, als auch der käuflichen Futtermittel.

Bezüglich der letztgenannten käuflichen Futtermittel erforderten die mir aufgetragenen Arbeiten auch eine Erörterung der Frage: welcher Anteil vom Preise derselben auf die drei bekannten Nährstoffgruppen entfällt. Da diese Frage auch die Agrikulturchemie seit Langem beschäftigt, ohne dass bislang eine befriedigende Klarheit errungen wäre, so möchte ich durch mein nachfolgendes Referat versuchen, einen Beitrag zu der erforderlichen Klärung zu liefern.

Ich glaube, dass die bisherigen Berechnungen des auf Eiweiss, Fett und Kohlehydrate entfallenden Anteils von dem Preise der käuflichen Kraftfuttermittel deshalb nicht zu be-

friedigenden Ergebnissen geführt haben und führen konnten, weil man:

1. Produkte mit zur Berechnung des Preisanteils der Nährstoffe herangezogen hat, die thatsächlich nicht vom Landwirt als Kraftfutter gekauft und verwandt werden.

2. Weil man von der Annahme ausgegangen ist, die gleiche Menge von Nährstoffen gleicher diätetischer Güte werde unabhängig von der Menge der mit ihr organisch verbundenen Füllstoffe gleichhoch bezahlt.

3. Weil man bislang angenommen, dass in den kohlenhydratreichen Futtermitteln die ganze Menge der hier vorhandenen Kohlenhydrate vom Landwirt bezahlt werde.

Treten wir zunächst der Frage näher:

Welche Produkte werden wirklich als Kraftfutter von den Landwirten gekauft und verwandt und wie verhält sich der Marktpreis dieser zum Marktpreis der vom Landwirt verkauften Produkte, die bislang zum Teil mit zur Berechnung des Preisanteils der Nährstoffe in den käuflichen Futtermitteln und der bei Mindergehalt zu leistenden Entschädigung herangezogen wurden.

Die käuflichen Kraftfuttermittel, welche grösstenteils als Nebenprodukte gewerblicher Unternehmungen gewonnen werden, müssen sich vom Sitz dieser Unternehmungen aus in der Landwirtschaft ein Absatzgebiet erobern. Letzteres muss um so grösser sein, je grösser ceteris paribus das angebotene Kraftfutterquantum ist.

Denken wir uns zur Klarstellung zunächst einen einzigen Marktort, von dem aus ein grösseres Kraftfutterquantum in der Landwirtschaft Verwendung sucht, so muss das Absatzgebiet, sofern die Verkehrsmittel in demselben überall die gleichen sind, den Markt ringförmig umgeben.

In dem ganzen Absatzgebiet, also auch an der äussersten Grenze desselben, muss der Landwirt das Kraftfutter mit Vorteil verwenden können, denn sonst würde er nicht kaufen. Um aber eine solche vorteilhafte Verwendung zu ermöglichen, ist es notwendig, dass das käufliche Kraftfutter die in der Landwirtschaft erzeugten Körnerfrüchte und andere als Kraftfutter verwendbare landwirtschaftliche Produkte unterbietet, denn sonst würde der Landwirt letztere mit grösserem oder gleichem Vorteil verfüttern, wie das käufliche Kraftfutter.

Zu einer solchen Unterbietung ist es aber notwendig, dass die gesamten für die Beschaffung des Kraftfutters bis zum Wirtschaftshofe aufzuwendenden Kosten kleiner sind, als der hier für ein Körnerquantum erzielbare Erlös, mit dem sich bei der Fütterung derselbe Effekt erzielen lässt. Dies muss auch bei dem am entferntesten vom Markte wohnenden Käufer von Kraftfutter noch zutreffen.

Die Beschaffungskosten des Kraftfutters setzen sich nun frei Wirtschaftshof zusammen aus dem Marktpreis desselben und den Transportkosten vom Markt zum Wirtschaftshof. Die Summe dieser Kosten muss also kleiner sein, als der loco Wirtschaftshof erzielbare Erlös für ein für die Fütterung gleichwertiges Körnerquantum.

Der für die Getreidekörner frei Wirtschaftshof erzielbare Erlös ist nun aber um die Kosten für den Transport der Körner zum Markte kleiner, als der Marktpreis derselben. Soll eine vorteilhafte Verwendung des Kraftfutters möglich sein, so muss mithin der Marktpreis des Kraftfutters so niedrig stehen, dass trotz Zuschlag der Kosten für den Transport desselben zum Wirtschaftshofe der dort für das entsprechende Körnerquantum erzielbare Erlös nicht erreicht wird; ferner muss der Marktpreis des genannten Körnerquantums wieder um die Transportkosten zum Markte höher stehen, als der frei Wirtschaftshof erzielbare Erlös.

Loco Markt muss also schliesslich der Preis des Kraftfutters und der Preis des entsprechenden Körnerquantums um die beiderseitigen, genannten Transportkosten divergieren. Ebenso müssen die Preise der einzelnen Nährstoffe im Kraftfutter und in den Getreidekörnern diese Divergenz aufweisen. Besonders zu beachten ist hierbei aber, dass dieser Preisabstand der Nährstoffe in den Körnerfrüchten einerseits und dem käuflichen Kraftfutter andererseits sich ausschliesslich nach den Transportkosten richtet, die der am entferntesten vom Markte wohnende Käufer von Kraftfuttermitteln für seinen Kraftfuttertransport und Getreidekörnertransport zu tragen hat.

Ist für diesen entferntest wohnenden Käufer von Kraftfutter noch eine vorteilhafte Verwendung Thatsache, so muss der Preis des ganzen vom Markt aus angebotenen Kraftfutterquantums gleicher Art so niedrig stehen, dass der ge-

nannte Käufer die ihm erwachsenden Transportkosten tragen kann, denn alle Käufer des Kraftfutters gleicher Art zahlen am Markt denselben Preis.

Dieses hat zur Folge, dass die genannte Preisdifferenz der Nährstoffe in den zu Markte gebrachten Körnerfrüchten und in den vom Markte aus bezogenen und in der Landwirtschaft verwandten Kraftfuttermitteln loco Markt erheblich in's Gewicht fällt.

Hervorgehoben muss ferner werden, dass zu den Kosten des Umtausches der Körnerfrüchte in käufliches Kraftfutter auch der durch grössere Verderblichkeit des letzteren im Durchschnitt entstehende Verlust hinzuzurechnen ist. Auch muss jedem, mithin auch dem entferntest wohnenden Abnehmer von Kraftfutter ausser der Kostenerstattung noch ein Vorteil für den Umtausch verbleiben, wenn letzterer dauernd bewirkt werden soll. Alle diese Momente erhöhen die Preisdifferenz der Nährstoffe in den zu Markte zu bringenden Körnerfrüchten und den vom Markte zu beziehenden Kraftfuttermitteln in nicht unerheblicher Weise. —

Die nächstliegende, aus diesen Betrachtungen zu ziehende Folgerung ist die, dass man nur dann zu einem zutreffenden Bilde über die vom Landwirte bei Kraftfutterankauf gezahlten und ihm bei Mindergehalt zu zahlenden Preise für die einzelnen Nährstoffe gelangen kann, wenn man streng zwischen den zu Markte gebrachten und den vom Markte bezogenen Produkten unterscheidet und die ersteren von der Berechnung des Preisanteils der einzelnen Nährstoffe gänzlich ausscheidet.

VON DER GOLTZ und EMMERLING sind durch ihren Vorschlag, die als menschliche Nahrungsmittel dienenden Produkte bei den in Rede stehenden Preisermittelungen auszuschliessen, dem Richtigen schon sehr nahe gekommen, denn die menschlichen Nahrungsmittel sind es in erster Linie, welche einen Transport zum Markte erfahren, jedoch sind es nicht diese allein, sondern auch Körner, die zu technischen Zwecken am Markte Verwendung finden oder als Saatgut den Markt passieren und dort als solches einen Preis erhalten, oder schliesslich Futtermittel, welche wegen ihrer besonderen diätetischen Eigenschaften am Markte für besondere Futterzwecke Verwendung finden sollen, wie z. B. der Hafer, welcher am Markte dazu dient, die nicht dorthin transportable tierische Arbeitskraft daselbst zu produzieren.



Die Geeignetheit der Körner, auch zu anderen als Futterzwecken, bzw. zu besonderen Futterzwecken, ermöglicht die Preissteigerung derselben gegenüber den für die gleichen Zwecke ungeeigneten Kraftfuttermitteln, bedingt letztere aber keineswegs. Bedingt wird dieselbe vielmehr erst dadurch, dass sich infolge dieser Geeignetheit der Körnerfrüchte, bzw. Ungeeignetheit der käuflichen Kraftfuttermittel der Verwendungsort dem Produktionsort gegenüber verschiebt, die Getreidekörner zum Markt, die Kraftfuttermittel vom Markt fort transportiert werden müssen. Die hierfür aufzuwendenden Transportkosten allein bedingen die in Rede stehende Preisdifferenz, und die Grösse derselben richtet sich mithin auch ausschliesslich nach der Grösse der Transportkosten, welche auf der jeweiligen wirtschaftlichen Entwicklungsstufe in Frage kommen.

Wir können uns hierauf unserer zweiten Frage zuwenden.

Ist die Gewichtseinheit der gleichen Nährstoffgruppe gleichen diätetischen Wertes unter sonst gleichen Verhältnissen für die Fütterung stets von gleichem Werte, einerlei, ob viel oder wenig Füllstoffe mit ihr verbunden sind, oder steigt der Wert der Gewichtseinheit eines Nährstoffes unter sonst gleichen Verhältnissen umso mehr, je weniger Füllstoffe mit ihr verbunden sind, und wird dementsprechend in den käuflichen Futtermitteln auch ein um so höherer Preis für die Nährstoffe bewilligt, je geringere Füllmassen ihnen anhaften?

Sämtliche bisher angestellte Berechnungen des Preisanteils der einzelnen drei Nährstoffgruppen gehen von der Voraussetzung aus, dass die gleichen Mengen von Nährstoffen in allen käuflichen Futtermitteln, sofern man von diätetischen Rücksichten absieht, gleich hoch bezahlt werden, unabhängig davon, ob mit ihr grössere oder kleinere Mengen von Nichtnährstoffen oder Füllstoffen verbunden sind. Würde man diese Voraussetzung nicht stillschweigend machen, so dürfte man einen unmittelbaren Vergleich so verschieden konzentrierter Futtermittel, wie z. B. Kleien und Ölkuchen, überhaupt nicht anstellen. Zur Untersuchung, ob diese Voraussetzung zutreffend ist, wollen wir zunächst einen Blick auf das Verhältnis werfen, in dem der Gebrauchswert einer bestimmten Menge eines käuflichen Kraftfuttermittels zu den Beschaffungskosten desselben

unter den verschiedenen Bezugsverhältnissen in der Landwirtschaft steht.

Es ist ohne weiteres klar, dass der Gebrauchswert eines und desselben Quantums Kraftfutter unter gleichen Verhältnissen der Verwendung um so höher sein muss, je höher der erzielbare Erlös für die mit seiner Hilfe gewonnenen tierischen Produkte ist. Dort, wo Milch, Fleisch, Butter, Wolle den höchsten Verkaufswert haben, muss *ceteris paribus* auch das Kraftfutter den höchsten wirtschaftlichen Wert haben. In unserem Beispiel trifft das für die nächste Nähe des Marktes zu. Geradeso wie der Verkaufswert der Getreidekörner mit der Entfernung vom Markte um die Transportkosten sinkt, so thut dies auch der Verkaufswert der tierischen Produkte.

Unsere Betrachtung zeigte nun aber weiter, dass die Beschaffungskosten des Kraftfutters in der Nähe des Marktes am niedrigsten stehen.

Dort also, wo der Verkaufswert der tierischen Produkte, und mit ihm der Gebrauchswert eines bestimmten Kraftfutterquantums, am höchsten steht, sind die Beschaffungskosten für das käufliche Kraftfutter am kleinsten.

Mit zunehmender Entfernung vom Markte steigen dagegen einerseits die Beschaffungskosten des Kraftfutters und sinkt andererseits der Gebrauchswert eines und desselben unter gleichen Bedingungen der Fütterung verwandten Kraftfutterquantums, solange, bis die Grenze erreicht wird, bei welcher sich beide soweit genähert haben, dass eine vorteilhafte Verwendung des Kraftfutters unter den gleichen Bedingungen der Fütterung wirtschaftlich unzulässig wird.

Hieraus ergibt sich folgendes:

Wie wir sahen, muss der letzte, am entferntesten vom Markte wohnende Landwirt, welcher noch Kraftfutter bezieht, das von ihm gekaufte Quantum noch mit Vorteil verwenden können, sonst würde er eben nicht kaufen.

Bei Verwendung des gleichen Quantums unter gleichen Bedingungen der Verfütterung muss dieser Vorteil bei den dem Markte näher wohnenden Landwirten steigen und zwar im Verhältnis zu den von ihnen vergleichsweise gesparten Transportkosten bei Kraftfuttoreinkauf einerseits und Produktenverkauf

andererseits. Am Markte selbst muss dieser relative Vorteil seinen Höhepunkt erreichen.

Hierdurch wird es den näher zum Markt wohnenden Landwirten möglich, ausser dem Kraftfutterquantum, welches vom obengenannten letzten, am entferntesten vom Markte wohnenden Konkurrenten aufgewandt wird, weitere Kraftfuttermengen unter ungünstigeren Bedingungen mit Vorteil zu verfüttern. Welcher Art diese ungünstigeren Bedingungen sind, lehrt uns folgende Betrachtung:

Ausserhalb der Verwendungszone der käuflichen Kraftfuttermittel können nur mehr die in der Wirtschaft selbst erzeugten Futtermittel zur Produktion tierischer Produkte Verwendung finden, also diejenigen, welche so nährstoffreich sind, dass sich mit ihnen allein die gewünschten tierischen Leistungen gewinnen lassen. Gelangen wir nun in die Bezugslage der käuflichen Kraftfuttermittel, so wird es zunächst rentabel, auch noch etwas nährstoffärmere selbst erzeugte organische Substanzen mit Hilfe von gekauftem Kraftfutter zu einer brauchbaren Futtermischung zusammenzustellen und dadurch den Umfang der Produktion derselben tierischen Leistung zu erweitern.

Der Vorteil, der sich nun mit diesem ersten Quantum der gewonnenen Futtermischung erzielen lässt, muss bei Annäherung an den Markt immer grösser werden, denn hier steigt einmal der Verkaufswert des mit seiner Hilfe gewonnenen Produktenquantums, andererseits sinken die Beschaffungskosten des in der Futterration vorhandenen Kraftfutters.

Hierdurch wird es bei weiterer Annäherung an den Markt wirtschaftlich zulässig, noch nährstoffärmere, in der Wirtschaft gewonnene Grundfuttermittel mit Hilfe von Kraftfuttermengen zu einer genügend nährstoffreichen Futtermischung zusammenzustellen, bis schliesslich in nächster Nähe des Marktes derjenige Punkt erreicht ist, wo die relativ nährstoffärmsten, in der Wirtschaft gewonnenen Substanzen durch Kraftfutterzugabe eine rentable Verwendung für die Produktion derselben Leistung finden können.

Bei Annäherung an den Markt können also immer neue Quantitäten unserer Futtermischung unter Benutzung immer nährstoffärmerer, in der Wirtschaft erzeugter Grundfuttermittel hergestellt und mit Vorteil Verwendung finden. Die Menge des erforderlichen Kraftfutters wird dabei in jedem folgenden Quan-

tum der hergestellten Futtermischung eine immer grössere. Ein immer grösserer Teil der Nährstoffmenge in letzterer wird durch Kraftfutter, ein immer kleinerer durch das in der Wirtschaft erzeugte Grundfutter geliefert. Wirtschaftlich zulässig wird dies dadurch dass die Beschaffungskosten für das gleiche Kraftfutterquantum immer kleiner werden und der Verkaufswert der tierischen Produkte immer mehr steigt.

In nächster Nähe des Marktes erreicht dieser Gang der Dinge seinen Höhepunkt. Hier können mithin die relativ ärmsten, zur Verfügung stehenden organischen Substanzen für die Fütterung noch mit Vorteil Verwendung finden, hier lassen sich alle nährstoffreicheren am höchsten verwerten. Überall wird aber eine Grenze erreicht, bei welcher die organischen Substanzen, welche zur Verfügung des Landwirtes stehen, so nährstoffarm werden, dass selbst unter den günstigsten Bedingungen für Kraftfutterbezug und für Absatz der Produkte ihre Verwendung zu Futterzwecken unrentabel wird. Diese Grenze wird unter sonst gleichen Verhältnissen bei um so nährstoffärmeren organischen Substanzen erreicht, je günstiger die Bezugsbedingungen für Kraftfutter und je höher der Verkaufswert der tierischen Produkte sind. Mit steigender Entfernung vom Markte müssen also immer nährstoffreichere organische Substanzen von der Verfütterung ausgeschlossen werden, weil ihre Verwendung zu Futterzwecken unrentabel wird.

In der Nähe des Marktes kann es z. B. unter bestimmten Verhältnissen noch rentabel sein, nährstoffarmes Winterstroh durch Kraftfutterzusatz neben den übrigen Grundfuttermitteln für die Fütterung zu verwenden; mit steigender Entfernung vom Markte wird dann zunächst eine Zone kommen, wo nur das nährstoffreichere Winterstroh unter Kraftfutterzugabe mit Vorteil verfüttert werden kann, dann eine Zone, wo das geringere Sommerstroh die untere Grenze bildet, hierauf eine Zone, wo nur noch das bessere Sommerstroh neben dem zur Verfügung stehenden Heu die Viehhaltung mit Futter versorgt etc., bis schliesslich nur noch das beste Gras ohne Kraftfutterzugabe rentabel verwendbar ist, wie das z. B. in den Steppen und in der Prärie zutrifft. —

Welche Schlüsse ergeben sich nun aus diesen Betrachtungen für die Beantwortung unserer Frage? Die nächstliegende

Folgerung ist die, dass nicht alle Nährstoffe in allen organischen Substanzen durch Viehfütterung vorteilhafte Verwendung finden können. Vielmehr sind alle diejenigen Nährstoffmengen, die sich in organischen Substanzen finden, die unter den jeweiligen wirtschaftlichen Verhältnissen keine vorteilhafte Verwertung zu Futterzwecken mehr finden können, für die Fütterung wertlos. Die ihnen anhaftenden Füllstoffmengen machen sie wertlos. Futterwert haben mithin nur diejenigen Nährstoffe, welche sich in organischen Substanzen finden, die unter den gegebenen wirtschaftlichen Verhältnissen noch mit Vorteil Verwendung finden können, und zwar lässt sich das Mass dieses Futterwertes danach messen, inwieweit ihr Nährstoffgehalt denjenigen überschreitet, bei welchem, sofern er allein vorhanden ist, die organischen Substanzen gerade eben für die Fütterung wertlos werden.

Sind z. B. organische Substanzen von gleichem Nährstoffverhältnis bei einem Nährstoffgehalt von nur 8% unter den gegebenen wirtschaftlichen Verhältnissen eben ohne Schaden, aber auch nicht mehr mit Vorteil verwendbar, so kann sich der Futterwert nährstoffreicherer organischer Substanzen nur nach derjenigen Nährstoffmenge richten, welche über 8% hinaus vorhanden ist.

Für den Futterwert organischer Substanzen mit gleichem Nährstoffverhältnis und einem Gesamtgehalt von

8% Nährstoffen, wären demnach massgebend 0%	
16 "	8 "
24 "	16 "
32 "	24 "
40 "	32 "
48 "	40 "
56 "	48 "
64 "	56 "
72 "	64 "
80 "	72 "

Um den Wert eines jeden Kilogramms der in diesen verschiedenen nährstoffreichen Futtermitteln enthaltenen Nährstoffmengen als gleichwertig rechnen zu können, müssen mithin überall die 8% in Abrechnung gebracht werden, welche, allein vorhanden, für die Fütterung wertlos sind.

Thut man dies nicht, sondern zieht die ganze, in allen diesen Futtermitteln vorhandene Nährstoffmenge in Betracht, so ist nicht jedes Kilogramm derselben gleichwertig. Die Werte

eines jeden Kilogramms in ihnen verhalten sich z. B., sofern man für jedes über 8<sup>o</sup>/<sub>o</sub> hinaus vorhandene Prozent den Wert von Mark 1 annimmt, wie:

0: 8	=	0	Mark.
8: 16	=	$\frac{1}{2}$	„
16: 24	=	$\frac{2}{3}$	„
24: 32	=	$\frac{3}{4}$	„
32: 40	=	$\frac{4}{5}$	„
40: 48	=	$\frac{5}{6}$	„
48: 56	=	$\frac{6}{7}$	„
56: 64	=	$\frac{7}{8}$	„
64: 72	=	$\frac{8}{9}$	„
72: 80	=	$\frac{9}{10}$	„

Der Wert eines Kilogramms der gleichen Nährstoffe steigt also, sofern man den ganzen Wert der Futtermittel auf die gesamte Nährstoffmenge in ihnen bezieht, regelmässig mit der Konzentration der Futtermittel. Mit anderen Worten: ein Kilogramm der gleichen Nährstoffe hat unter den gleichen wirtschaftlichen Verhältnissen einen um so höheren Wert, je weniger Füllstoffe mit ihm organisch verbunden sind. Dieser höhere Wert der gleichen Nährstoffmengen gleicher Art in den konzentriertesten Futtermitteln gegenüber den weniger konzentrierten hat zur Folge, dass für die gleiche Nährstoffmenge bei den käuflichen Krafftuttermitteln ein um so höherer Preis bewilligt wird, je weniger Füllstoffe mit ihm verbunden sind.

Die gleiche Nährstoffmenge gleicher Art wird also in den konzentriertesten Krafftuttermitteln höher bezahlt, als in den weniger konzentrierten.

Die nährstoffreichsten käuflichen Krafftuttermittel stehen also nicht nur deshalb höher im Preise, weil sie gegenüber den nährstoffärmeren einen höheren Nährstoffgehalt aufweisen, sondern auch deshalb, weil jedes Kilogramm von Nährstoffen in ihnen höher bezahlt wird.

Die Nährstoffe in den voluminösen selbsterzeugten Rauhfuttermitteln haben unter den gleichen wirtschaftlichen Verhältnissen für die Fütterung deshalb einen geringeren Wert, als dieselben Nährstoffe in den käuflichen Krafftuttermitteln, weil sie mit weit grösseren Mengen von Füllstoffen verbunden sind. Die Rauhfuttermittel sind also nicht nur deshalb geringwertiger, weil sie überhaupt weniger Nährstoffe enthalten, sondern weil jedes einzelne Kilogramm der vorhandenen Nährstoffe gering-

wertiger ist, da ihm weit grössere Mengen von Füllstoffen anhaften.

Die gleichen Mengen von Füllstoffen, die mit den Nährstoffen verbunden sind, beeinflussen den Wert der letzteren um so mehr, je ungünstiger die wirtschaftliche Lage zum Bezugsort für die Kraftfuttermittel und zum Absatzort für die tierischen Produkte ist. Würde man in nächster Nähe des Marktes auch nährstofffreie organische Substanz unter Zugabe entsprechender Kraftfuttermengen mit Vorteil verfüttern können, so würde hier die Beeinflussung des Wertes der Nährstoffe durch die mit letzteren verbundenen Füllmassen aufhören, gerade so wie dieselbe stets dann aufhört, wenn man in allen Futtermitteln diejenige Nährstoffmenge in Abrechnung bringt, welche, allein vorhanden, die vorteilhafte Verwendung zu Futterzwecken gerade ausschliesst.

Erst wenn die letztgenannte Nährstoffmenge in allen Futtermitteln abgerechnet ist, ist ein jedes Kilogramm der gleichen Nährstoffe in dem verbleibenden Rest in allen Futtermitteln gleichwertig.

Ihre physiologische Erklärung finden diese Verhältnisse in dem Umstande, dass ein bestimmter Teil der Nährstoffe in jedem Futtermittel verbraucht wird, um die Verdauungsarbeit der in Frage kommenden Futtermasse zu leisten.<sup>1)</sup> Die verschiedene Beeinflussung des Wertes der Futtermittel durch diese physiologische Thatsache findet ihre Erklärung dagegen allein in wirtschaftlichen Verhältnissen. Gerade so wie die physiologische Brauchbarkeit eines Futtermittels zwar erste Voraussetzung dafür ist, dass ein Futtermittel einen wirtschaftlichen Wert erlangt, aber keineswegs das Vorhandensein eines solchen oder dessen Höhe allein bestimmt, ebensowenig ist die Thatsache, dass ein Teil der Nährstoffe in den Futtermitteln als Verdauungskosten physiologisch für die Gewinnung tierischer Leistungen verloren geht, allein bestimmend für den Grad der Beeinflussung des wirtschaftlichen Wertes der Futtermittel durch diese Thatsache.

Dort, wo konzentrierte Nährstoffe mit relativ geringen Kosten zu beschaffen sind und sich die gewonnenen tierischen

---

<sup>1)</sup> S. die diesbezüglichen Arbeiten von ZUNTZ und LEHMANN-Berlin.

Produkte relativ hoch verwerten lassen, da lassen sich noch relativ nährstoffarme organische Substanzen mit Vorteil verfüttern, hier entwerten die den Nährstoffen anhaftenden Füllstoffe die letzteren erst bei Vorhandensein in relativ grossen Mengen. Dort aber, wo diese Voraussetzungen nicht zutreffen, ist der Landwirt gezwungen, sich immer mehr mit den selbst-erzeugten Futtermitteln zu behelfen, die ganze Fütterung auf diese zu basieren; er muss deshalb immer nährstoffreicher werdende voluminöse organische Substanzen von der Fütterung ausschliessen, sich auf die vorhandenen genügend nährstoffreichen allein stützen und die Viehhaltung auf der gleichen Bodenfläche entsprechend beschränken. Die organischen Substanzen erhalten hier erst von einer relativ hohen Konzentration ab einen Wert für die Produktion derselben Leistung.

Berücksichtigt man den Einfluss der den gleichen Nährstoffmengen anhaftenden verschiedenen Füllstoffmengen auf Wert und Preis der ersteren nicht, so kann man zu einem richtigen Ergebnis bei der Feststellung des Preisanteils der einzelnen drei Nährstoffgruppen nicht gelangen. Ebenso wenig kann man eine Erklärung dafür finden, warum der Landwirt, der oft noch ganze Strohdien mit grossen Mengen von Nährstoffen besitzt und doch Kraftfutter kauft, dies mit Vorteil thun kann. Die Zulässigkeit eines solchen Verfahrens liegt lediglich in der Thatsache, dass die ihm zur Verfügung stehenden Nährstoffmengen, wegen zu grosser mit ihnen verbundener Füllstoffmengen, nur einen geringen oder gar keinen wirtschaftlichen Wert für die Fütterung besitzen, während die Nährstoffmengen, die er sich kauft, infolge geringer Mengen von Füllstoffen, die mit ihnen verbunden sind, einen relativ hohen wirtschaftlichen Wert haben. — Es ist durchaus notwendig, dass man bei den Betrachtungen über Wert und Preis der Nährstoffe in den Futtermitteln die Frage nach dem Einfluss des Nährstoffverhältnisses von derjenigen nach dem Einfluss des Verhältnisses, in dem die gesamte Nährstoffmenge zum Volumen steht, streng trennt; die letztere muss unter der Voraussetzung eines gleichbleibenden Nährstoffverhältnisses behandelt werden, wie es im vorstehenden geschehen ist. Es liessen sich hiernach eine Reihe verschiedener interessanter Thatsachen anreihen, jedoch gehören dieselben nicht in den Rahmen unserer Betrachtung, wir wollen uns vielmehr unserer letzten Frage zuwenden.



Wird in den kohlehydratreichen käuflichen Futtermitteln, wie z. B. Reismehl, Kleien etc., die ganze Menge der vorhandenen Kohlehydrate beim Ankauf dieser Futtermittel bezahlt, oder nur ein Teil derselben?

Neben dem eben besprochenen Mangel an Nährstoffen, die mit relativ geringen Mengen von Füllstoffen verbunden sind, macht sich in der Landwirtschaft der allbekannte relative Mangel an Eiweiss und Fett im Vergleich zu den Kohlehydraten geltend.

Diese Thatsache hat zur Folge, dass nicht nur die Nährstoffe in den konzentrierteren Futtermitteln gegenüber den weniger konzentrierten eine Wertssteigerung erfahren, sondern dass bei gleichem Verhältnis der gesamten Nährstoffmenge zum Volumen die Gewichtseinheit von Eiweiss und Fett gegenüber den Kohlehydraten einen relativ hohen Wert erhält. Die bekannten physiologischen Thatsachen, welche dem Eiweiss und dem Fett einen physiologischen Vorzugswert geben, bieten die Möglichkeit zu einer solchen wirtschaftlichen Wertssteigerung, bedingen dieselbe jedoch keineswegs und bestimmen namentlich die Höhe derselben nicht. Die wirtschaftliche Wertssteigerung von Eiweiss und Fett gegenüber den Kohlehydraten wird vielmehr lediglich durch das Verhältnis von Nachfrage und Angebot bedingt, das überall ausschlaggebend für den wirtschaftlichen Wert und für den Preis ist. Die physiologischen Eigenschaften der Nährstoffe beeinflussen nur die Nachfrage nach diesen.

Ein relativer Mangel an Eiweiss und Fett gegenüber den Kohlehydraten im Verhältnis zu der Nachfrage nach den mit diesen Nährstoffen produzierbaren tierischen Produkten und Leistungen bedingt also die Wertsdifferenz zwischen Eiweiss, Fett und Kohlehydraten, und bei Kaufakten die Preisdifferenz derselben.

Je nach dem Masse, in dem sich der relative Mangel nach einer Nährstoffgruppe geltend macht, muss mithin auch das Mass der entstehenden Wertsdifferenz gegenüber den anderen ein grösseres oder kleineres sein. Wo Eiweiss und Fett in relativ grossen Mengen vorhanden sind oder sich relativ billig beschaffen lassen, muss der Wert der Kohlehydrate ein relativ grosser sein. Die Kohlehydrate lassen sich hier relativ hoch verwerten. Dort dagegen, wo ein relativ grosser Mangel an Eiweiss und Fett fühlbar wird, muss der relative Wert der

Kohlehydrate *ceteris paribus* sinken. Da nun in den käuflichen Kraftfuttermitteln im Verhältnis zu den in der Landwirtschaft gewünschten Futterrationen die Eiweiss- und Fettstoffe besonders reichlich vertreten sind, so kommt eine günstige Bezugslage zum Markt der käuflichen Kraftfuttermittel vornehmlich der Möglichkeit einer relativ billigen Beschaffung von Eiweiss und Fett gleich. Diese bedingt wieder eine relativ hohe Verwertungsmöglichkeit der in der Landwirtschaft im relativen Überschuss produzierten Kohlehydrate. Je ungünstiger dagegen die Bezugsbedingungen für die käuflichen Kraftfuttermittel werden und damit die Beschaffungskosten von Eiweiss und Fett steigen, desto mehr sinkt unter sonst gleichen Verhältnissen der Wert der Kohlehydrate. Sinkt gleichzeitig auch der frei Wirtschaftshof erzielbare Erlös für die tierischen Produkte, so deprimieren beide Momente den Wert der Kohlehydrate. Bei zunehmender Entfernung vom Markt trifft beides zu. Es steigen hier dauernd einerseits der Preis für Eiweiss und Fett, sofern man zu demselben auch die Transportkosten für die Kraftfuttermittelbeschaffung zum Wirtschaftshof hinzurechnet, und sinkt andererseits der frei Wirtschaftshof für die tierischen Produkte erzielbare Erlös. Der Wert der in der Landwirtschaft in relativem Überschuss gewonnenen Kohlehydrate sinkt daher mit zunehmender Entfernung vom Markt aus zweifachen Ursachen.

Hieraus ergibt sich, dass bei zunehmender Entfernung vom Marke das Interesse des Landwirtes für Eiweiss- und Fettankauf steigen, das für Kohlehydratankauf sinken muss, bis an der äussersten Grenze des Absatzgebietes der käuflichen Kraftfuttermittel derjenige Punkt erreicht ist, wo der Landwirt Kraftfutter nur noch kaufen kann, um durch Eiweiss- und Fettzugabe die in seiner Wirtschaft im Überschuss produzierten Kohlehydrate zu einer höheren Verwertung zu bringen, als er dies auf Grund der selbstgewonnenen Eiweiss- und Fettmengen bewerkstelligen, bzw. nur teurer bewerkstelligen kann. Hieraus ergibt sich, dass die letztgenannten vom Marke entfernteren wohnenden Landwirte in den käuflichen Kraftfuttermitteln lediglich Eiweiss und Fett, nicht aber auch die Kohlehydrate bezahlen.

Die dem Marke näher wohnenden Landwirte haben dagegen auch ein Interesse am Ankauf von Kohlehydraten, denn bei ihnen haben die Kohlehydrate einen relativ hohen Wert

und lassen sich bei Ankauf, ebenso wie Eiweiss und Fett, für weit relativ geringere Kosten beschaffen.

Hieraus muss sich mit Notwendigkeit eine Teilung des Absatzes ergeben; die am entferntesten vom Markt wohnenden Abnehmer von Kraftfuttermitteln werden die konzentriertesten und eiweiss- und fettreichsten Kraftfuttermittel kaufen müssen, während die dem Markte näher wohnenden auch die kohlehydratreicheren verwenden können. Da ihre entfernter wohnenden Konkurrenten nun aber diejenige Menge von Kohlehydraten, die auch in den konzentriertesten Kraftfuttermitteln enthalten ist, nicht bezahlen, so werden die dem Markte näher wohnenden, die kohlehydratreicheren nur dann kaufen, wenn sie bloss das Mehr zu bezahlen brauchen, das in diesen an Kohlehydraten enthalten ist. Anderenfalls ständen sie sich ja besser beim Kauf ausschliesslich der konzentriertesten eiweiss- und fettreichsten Futtermittel.

Stellt man nun, wie EMMERLING es gethan hat, eine Differenzrechnung auf, um den Preisanteil der Kohlehydrate in den kohlehydratreichen Kleien, in Reismehl zu ermitteln, und setzt hierbei den Eiweiss- und Fettpreis der konzentriertesten Kraftfutter auch für das in den Kleien etc. enthaltene Eiweiss und Fett in Rechnung, so kann man zu einem richtigen Resultat nur dann kommen, wenn man den erhaltenen Preisrest nur auf das Mehr an Kohlehydraten verteilt, welches in letzteren gegenüber den konzentriertesten Kraftfuttermitteln im Durchschnitt enthalten ist. Nur dieses Mehr wird thatsächlich bezahlt, es muss also der ganze auf die Kohlehydrate entfallende Preis wohl auch ausschliesslich auf dieses gegenüber den konzentriertesten Kraftfuttermitteln enthaltene Mehr an Kohlehydraten verteilt werden.

Betrachten Sie die von EMMERLING (Landw. Vers.-Stat. Bd. 48) aufgestellte Differenzrechnung, bei welcher derselbe zwei Gruppen von Futtermitteln bildet: eine, in welcher diejenigen untergebracht sind, in denen lediglich Eiweiss und Fett bezahlt wurden, eine, welche diejenigen Futtermittel enthält, in denen auch die Kohlehydrate einen Preis erhielten, so haben Sie diejenige Methode der Feststellung des Preisanteils der Kohlehydrate, welche meines Erachtens unter Berücksichtigung der vorstehend erörterten Voraussetzungen am einfachsten zu richtigen Resultaten führen kann. Ganz richtig hat EMMERLING

in der ersten Gruppe den hier auf Eiweiss und Fett entfallenden Preisanteil dadurch festgestellt, dass lediglich die vorhandene Eiweiss- und Fettmenge in den gesamten Preis hineindividiert wurde, in diesen Futtermitteln werden ja die Kohlehydrate nicht bezahlt. Ebenso ist man berechtigt, den so gefundenen Eiweiss- und Fettpreis in die zweite Gruppe für die dort vorhandene Eiweiss- und Fettmenge einzusetzen, um so den auf die Kohlehydrate entfallenden Preisrest zu finden. Man darf jedoch in diesem Preisreste nicht die ganze Menge der vorhandenen Kohlehydrate hineindividieren, um den pro Kilogramm derselben gezahlten Preis zu finden, sondern darf lediglich diejenige Menge zu Grunde legen, die in der zweiten Gruppe gegenüber der ersteren mehr vorhanden ist, denn diese allein wird bezahlt. Beachtet man dieses nicht, so gelangt man zu einem viel zu niedrigen Preisanteil für die Kohlehydrate, berücksichtigt man dagegen die genannte Thatsache, so gelangt man zu Resultaten, die mit unseren anderweitigen Erfahrungen sehr wohl in Einklang stehen.“

EMMERLING: Der Herr Referent giebt mir Veranlassung, ein Missverständnis aufzuklären. Derselbe setzte, wie auch in einer früher von ihm veröffentlichten Abhandlung,<sup>1)</sup> voraus, dass ich den Wert der Kohlehydrate durch Differenzrechnung ableiten wolle. Ich habe aber gerade gezeigt, dass dies Verfahren nicht richtig ist, da die Faktoren der Nachfrage und Affektion dabei einseitig nur den Wert der Kohlehydrate beeinflussen.<sup>2)</sup> Nach der von mir empfohlenen und von unserem Verbands angenommenen Methode verteilt sich jener Einfluss gleichmässig auf alle Nährstoffe nach Massgabe ihres relativen Wertes.

Zu den weiteren Ausführungen des Referenten sei nur bemerkt, dass die Landwirte sich heute den meisten käuflichen Kraftfuttermitteln gegenüber im allgemeinen so verhalten, als wohnten sie ausserhalb des äussersten Kreises einer rentablen Verwertbarkeit von käuflichem Kohlehydrat. Denn sie beziehen jene Futtermittel in der Regel nur nach garantierten Gehalten

<sup>1)</sup> Dr. F. AERREBOE, Untersuchungen über den Geldwert der landwirtsch. Produktionsmittel. Berlin 1896. Arbeiten der D. Landw.-Gesellsch. Heft 21, S. 107.

<sup>2)</sup> Landw. Vers.-Stat. XLV, 1895, S. 352

an Protein und Fett und ohne Berücksichtigung des etwaigen Geldwertes gleichzeitig vorhandener Kohlehydrate.

AERREBOE: Zu den Ausführungen des Vorredners möchte ich folgendes bemerken: Es war gerade meine Absicht, entgegen der Auffassung des Vorredners die Anwendbarkeit der Differenzrechnung für die Berechnung des Preisanteils der Kohlehydrate darzulegen. Ich kann den gegen diese Anwendbarkeit ins Feld geführten Gründen nicht beipflichten, insbesondere nicht der Meinung, dass der Einfluss einer Affektion oder Aversion den Preisanteil der Kohlehydrate bei der Differenzrechnung einseitig beeinflusse.

Zunächst ist das Verhältnis des Preisanteils der Kohlehydrate in den zu Markte gebrachten Körnerfrüchten und den als landw. Futtermittel vom Markte bezogenen Kleien, Reismehl etc. ganz ausser acht zu lassen. Es berührt dieses Verhältnis unsere Frage garnicht, weil der Preis der zu Markte gebrachten Körnerfrüchte nicht durch ihre Verwendung als Futtermittel bedingt wird. Zu den Marktpreisen können vom Landwirt Körner zu Futterzwecken nicht ohne Schaden angekauft werden. Eiweiss, Fett und Kohlehydrate haben bei Zugrundelegung des Marktpreises der Körnerfrüchte bereits durch den Transport eine Preissteigerung erfahren, die sie zu Futterzwecken in der Landwirtschaft ungeeignet und mit den wirklichen Kraftfuttermitteln nicht mehr vergleichbar macht. Es ist daher schon unzulässig, den Eiweiss- und Fettpreis der Ölkuchen für die Körnerfrüchte einzusetzen, da auf diese Weise auf die Kohlehydrate ein zu hoher Preisrest entfallen muss, dann aber ist ein Vergleich dieser Kohlehydrate, die als Brotmehl am Markte Verwendung finden sollen, mit den Kohlehydraten der Kleien, des Reismehls etc. unstatthaft. Die letztgenannten Kohlehydrate müssen vom Markte aus beim Landwirt den Verkaufswert der Kohlehydrate in den Körnern unterbieten, wenn sie überhaupt Verwendung daselbst finden sollen.

In Frage dürfen bei der Preisermittelung der Nährstoffe in den Futtermitteln daher nur die Nährstoffe der wirklich vom Landwirt als Futter gekauften Produkte kommen, also Ölkuchen, Kleien, Reismehl u. s. w. Auch bezüglich des Einflusses, den eine etwaige Affektion oder Aversion auf die Preisbildung der Nährstoffe ausübt, stehen sie allein in Frage. Bezüglich der letzteren ist folgendes zu sagen: Legt

man für die Preisbestimmung der Nährstoffe in den wirklichen Futtermitteln zur Feststellung zunächst des Preisanteils für Eiweiss und Fett nicht einige, sondern eine Reihe derjenigen Futtermittel zu Grunde, in denen ausschliesslich Eiweiss und Fett bezahlt werden, und zwar, wie ich in meiner Arbeit (Heft 21 d. A. d. D. L.-G.) empfohlen habe, unter Berücksichtigung der thatsächlich gehandelten Mengen der einzelnen Futtermittel, so erhält man nicht etwa einen Eiweiss- und Fettpreis, der eine einseitige Affektion oder Aversion einschliesst, sondern einen auch in Beziehung auf Affektion und Aversion durchaus thatsächlichen Durchschnittspreis, oder, was dasselbe ist, einen affektions- und aversionslosen Preis. Wird dieser in den kohlehydratreichen Futtermitteln für die dort vorhandene Eiweiss- und Fettmenge eingesetzt, so könnte von einer Verkleinerung des verbleibenden Preisrestes der Kohlehydrate nur dann die Rede sein, wenn das Eiweiss und Fett in den genannten Futtermitteln selbst über den Durchschnitt hinaus bezahlt würde. Statt dieser Verkleinerung des Preisrestes kann jedoch ebenso gut infolge einer Aversion gegen das Eiweiss und Fett der kohlehydratreichen Futtermittel eine Vergrösserung des Preisrestes der Kohlehydrate Thatsache sein. Die Preisschwankungen für Eiweiss und Fett in den konzentriertesten Futtermitteln kommen bei der Differenzrechnung natürlich nur dann in Frage, wenn sie den Durchschnittspreis betreffen, dann müssen sie aber auch den Eiweiss- und Fettpreis in den Kleien und im Reismehl richtigerweise mit betreffen und mit berechnet werden.

Der niedrige Preisanteil der Kohlehydrate in Kleien etc., den **EMMERLING** bei der bereits citierten Aufstellung der Differenzrechnung findet, und um derentwillen diese Berechnungsweise verworfen werden soll, findet seine Erklärung nicht in einer einseitigen Affektion der übrigen in ihnen vorhandenen Nährstoffe, sondern in den bereits in meinem Referat genannten Gründen. Man darf den nach Einsetzen des durchschnittlichen Eiweiss- und Fettpreises (berechnet nach den konzentriertesten Futtermitteln) in die Kleien, das Reismehl etc. erhaltenen Preisrest eben nicht auf die ganze hier vorhandene Menge von Kohlehydraten verteilen, sondern nur auf das Mehr, was hier gegenüber dem Durchschnitt derjenigen Futtermittel vorhanden ist, die zur Bestimmung des Preisanteils von Eiweiss und Fett dienen. Man kommt auf diese Weise zu Resultaten,

bei denen die Kohlenhydrate nicht zu schlecht wegkommen. Ich halte die Differenzrechnung weiter nicht nur für einen richtigen Weg zur Berechnung des Preisanteils der Nährstoffe, sondern auch für einen sehr zweckmässigen, da der Weg der Rechnung ein sehr einfacher ist. Es ist dadurch möglich, leicht den Preisschwankungen mit den Entschädigungsgrundsätzen zu folgen. Dieses ist aber darum durchaus notwendig, weil wir uns in einer andauernden Entwicklung befinden. Mit der Entwicklung des Kraftfuttermarktes muss, unseren heutigen Betrachtungen zufolge, sich notwendig das Preisanteilsverhältnis der Nährstoffe am Markte verengen. Die Kohlehydrate müssen im Preise relativ steigen, eine Thatsache, die man seit langem verfolgen kann und die sehr gegen die Festsetzung eines bestimmten Preisverhältnisses der Nährstoffe für die Entschädigungszahlungen spricht. Ich sage hierbei absichtlich nicht Wertsverhältnis, denn es handelt sich thatsächlich nicht um ein solches. Es wäre richtiger, das Wort Handelswert ganz ausser Gebrauch zu setzen und nur von dem durchschnittlichen Preisanteil der Nährstoffe zu sprechen.

#### Punkt 8 der Tagesordnung.

#### **Besprechung des Nährwertes der Fettsäuren im Verhältnis zu dem der Neutralfette.**

Berichterstatter: Prof. Dr. EMMERLING-Kiel.

„Vorliegende Frage erlaubte ich mir abermals auf die Tagesordnung zu setzen, weil mir seit meinem Vortrage im vorigen Jahre verschiedene physiologische Erfahrungen aus der Literatur bekannt geworden sind, welche mich veranlassen mussten, die damals gezogenen Schlussfolgerungen nochmals kritisch zu erwägen.

Ich war zu dem Schluss gelangt, dass das neutrale Glycerid einen höheren Nährwert beanspruchen darf, als die entsprechende Menge freier Fettsäure, und dass daher der Ermittlung der „Acidität“, wie sie vielfach üblich ist, doch eine gewisse unmittlere Bedeutung zukomme, auch wenn man auf weitere Schlüsse auf das Alter und die Frische der Kuchen verzichten muss.

Meine Begründung ging von der Annahme aus, dass der Vorgang der Resorption des Neutralfettes einfacher sei, als der der freien Fettsäure.

Denn die Resorption der letzteren erfordert:

1. Lieferung alkalischer Salze zur Bildung von Seife;
2. Bildung von Glycerin im Organismus;
3. Synthese von Neutralfett beim Zusammentreffen von Glycerin und Seife in den Epithelzellen.

Hiernach erscheint dieser Vorgang der Resorption allerdings komplizierter, als das Eindringen von zerstäubtem Fett in die Zellmembran durch kapillare Kräfte unter Mitwirkung von Galle, Pankreassaft, alkalischen Salzen.

Aber wenn ein Vorgang zusammengesetzter Art ist, so folgt daraus noch nicht, dass er schwierig oder unvollkommen erfolgt. Wir dürfen z. B. die Glycerinbildung im Organismus nicht von vornherein als ein erschwerendes Moment auffassen. Dazu liegt kein Grund vor. Wir wissen nur nicht, wie es zugeht. Wir wissen aber, dass bei der physiologischen Oxydation im Organismus auch aus Eiweisskörpern stickstofffreie Gruppen entstehen, die in synthetischer Beziehung sehr leistungsfähig sind, wie sie auch andererseits sehr leicht wieder vollständig verbrennen. Es liegt doch nahe, in dieser Richtung auch die Quelle des für die Fettbildung notwendigen Glycerins zu vermuten, die dann in allgemeiner Weise zur Verfügung stehen würde.

Es war aber eine andere Erfahrung, welche Bedenken über meine Folgerungen wachrief. Diese knüpft sich an die therapeutischen Wirkungen des Leberthrans.

BUCHHEIM<sup>1)</sup> hat bereits vor zweiundzwanzig Jahren nach einer Erklärung dafür gesucht, dass der Leberthran sich durch andere Öle, z. B. Mandelöl, nicht ersetzen lasse, und dass auch verschiedene Sorten von Leberthran so verschieden wirken und zuweilen nicht gut vertragen werden. Er wies hin auf den Säuregehalt des Leberthrans, der ca. 5 % beträgt, und betrachtete diesen als günstig, indem er eine Seifenbildung veranlasst. Durch letztere wird aber die Emulsionbildung und somit auch die Resorption des Öles begünstigt. Von ihm geht der Vorschlag aus, Leberthran durch Vermischung mit reiner Ölsäure zu verbessern.

Dieser Gedanke wurde praktisch verwertet, indem v. MERING ein sehr wirksames Ersatzmittel für Leberthran, das Lipanin, einführte, welches hergestellt wird durch Vermischen von feinstem Olivenöl mit soviel Ölsäure, dass der Gehalt davon 6 % beträgt.

<sup>1)</sup> RUD. BUCHHEIM, Über die Wirkung des Leberthrans, Archiv f. exper. Pathol. und Pharmak. 3 (1875), S. 118.



Es erklärt sich nun auch, dass der aus alten gefaulten Dorsch-Lebern hergestellte saure dunkle Leberthran oft leichter vertragen wird, als der aus frischen Lebern dargestellte, fast neutrale farblose Dampfleberthran. Es ist der grössere Gehalt an freier Säure, welcher nach der Ansicht der Pharmakologen die leichte Resorptionsfähigkeit solchen Leberthrans bedingt.

In diesem Falle hält man also gerade eine gewisse Acidität für vorteilhaft und stellt sie in Surrogaten künstlich her.

Ich musste daher erwägen, ob nicht auch der Säuregehalt der Futtermittelfette als ein günstiges Moment zu betrachten sei.

Meine Erwägungen führten aber doch zu dem Schluss, dass eine hohe Acidität des Futtermittelfettes für die Ernährung der Haustiere im allgemeinen nicht von Vorteil sind, und geringere Säuregrade den Vorzug verdienen. Hiernach bin ich zu meiner früheren Ansicht, nach welcher der Aciditätsbestimmung in den Futtermitteln eine gewisse Bedeutung zukomme, wieder zurückgekehrt, und ich erlaube mir die Gründe dafür hier näher auszuführen.

Die beim Leberthran gemachten Erfahrungen können hier nicht entscheidend sein. Denn dieses Heilmittel wird angewandt bei schwächlichen, skrophulösen, blutarmen Kindern, Rekonvalescenten etc. mit schwacher Verdauung. Die schwache Thätigkeit der Drüsen des Verdauungskanals wird hier durch die rasche Seifenbildung infolge des Ölsäuregehaltes gefördert. Schliesslich hält man auch schon eine Acidität von 6% für genügend, welche wir gewiss gerne auch für jedes Futtermittelfett zulassen würden. Ich gehe gerne so weit, dass wir eine gewisse mässige Acidität als nützlich betrachten dürfen.

Während aber beim Leberthran der Mangel an Säure geradezu hinderlich war, haben wir es bei den meisten Futtermitteln mit einem Überschuss an Fettsäure zu thun. Es wird fast nie an den zur Seifenbildung nötigen Mengen freier Fettsäure in den Rationen fehlen, und wenn dies der Fall, so wird das fettspaltende Enzym des Pankreassaftes eines gesunden Haustieres bald für die Bildung von Seife gesorgt haben.

Allerdings wenn die Acidität hoch, so wird sich Seife im Darm noch rascher und leichter bilden, und hierdurch die Emulsionbildung mehr gefördert werden, als bei schwachem Säuregrad.

Allein diese Vorzüge fallen, wie mir scheint, doch weniger ins Gewicht, als die Nachteile eines grösseren Gehalts der Futtermittel an freier Fettsäure.

Es fragt sich nun, ob solche Nachteile existieren und worin sie bestehen mögen. Ich möchte hier unterscheiden zwischen den Wirkungen der gesamten freien Fettsäure, welche wir als Acidität ermitteln, und zwischen etwaigen besonderen Wirkungen, welche den löslichen und flüchtigen Säuren zukommen, jenen, welche wenigstens zum Teil die Ranzigkeit der Futtermittel im engeren Sinne bedingen.

Grössere Gehalte an Gesamtsäure halte ich für ungünstig, weil durch dieselben die Herstellung einer alkalischen Reaktion im Darm erschwert wird. Die Verdauung der Nährstoffe im Darm findet am leichtesten bei alkalischer Reaktion der Massen statt. Säuren wirken daher störend und dies umso mehr, je reichlicher sie vorhanden. Die Abscheidung von alkalischen Darmsäften, wie auch von Pankreassaft und Galle, wirken allerdings vorhandener Säure entgegen, indem sie dieselbe zu neutralisieren suchen.

Die Darmsäfte, die ihre alkalischen Verbindungen vom Blut beziehen, üben diesen neutralisierenden Einfluss aus und sind in dieser Beziehung nicht wenig in Anspruch genommen. Denn schon die Neutralisation des durch Magensaft angesäuerten Speisebreies erfordert Alkalien, ebenso die durch Gärung leicht entstehende Milchsäure. Es findet im Darm gewissermassen ein Kampf zwischen Alkalien und Säure statt, wie daran zu sehen, dass die Massen im vorderen Dünndarm sauer, dann weiter unten neutral und schliesslich alkalisch reagieren.

In diesem Kampfe muss die alkalische Reaktion siegen, wenn die Vorgänge der Trypsinverdauung und der Fettresorption sich normal vollziehen sollen. Jede Säure wirkt also im Darm zunächst verzögernd, abnorme Säuregrade störend auf die Verdauung.

Die Neutralisation wird schliesslich durch stärkere Absonderung von Alkalien durch den Darmsaft erfolgen. Die betreffenden Basen werden dem Blut entzogen, die Alkalität des Blutes kann daher für einige Zeit herabgesetzt werden.

Im allgemeinen wirkt eine fortgesetzte Entziehung von Alkalien aus dem Blute nicht günstig. Die hierüber vorliegenden Beobachtungen sind allerdings vorwiegend mit verdünnter

Mineralsäure angestellt, durch welche das Alkali dauernd fixiert wird. Wenn Alkalien aber durch Fettsäure gebunden werden, so kehren sie durch die Resorption wieder ins Blut zurück, und es liegt hier daher die Gefahr einer chronischen Säurevergiftung nicht vor.

Dass durch Säurebildung im Organismus Alkalien aus demselben entfernt werden, hat zuerst E. SALKOWSKI<sup>1)</sup> nachgewiesen. Als Säurebildner bediente er sich des Taurins, da aus demselben im Organismus Schwefelsäure entsteht, welche in Verbindung mit Alkalien ausgeschieden wird. Durch Gaben von 2 g Taurin wurden Kaninchen getötet.

WALTER<sup>2)</sup> zeigte dann mit Hilfe von Blutgasanalysen die Herabsetzung der Alkalität des Blutes nach Aufnahme von Mineralsäuren bei Kaninchen. Wenn die Alkalität unter eine gewisse Grenze sinkt, so tritt der Tod ein.

Mit Fettsäure liegen keine Versuche vor. Wohl aber zeigte WALTER, dass Bernsteinsäure selbst in der Gabe von 9 g ganz unwirksam war, und er erklärt dieses durch die Verbrennung des bernsteinsauren Salzes, bei welcher wieder kohlen-saure Alkalien zurückgebildet werden. Hiernach ist es wahrscheinlich, dass auch Fettsäuren keine dauernde Verminderung der Blutalkalität zur Folge haben. Die mit Mineralsäuren angestellten Beobachtungen können also auf vorliegende Frage keine Anwendung finden.

Nun ist noch eine andere Art von Säurebildung beobachtet. HEITZMANN<sup>3)</sup> hat zuerst durch Anwendung (Fütterung oder Injektion) von Milchsäure pathologische Veränderungen des Knochengewebes bei Kaninchen beobachtet.

Fütterungsversuche von SIEDAMGROTZKY und HOFMEISTER<sup>4)</sup> mit Ziegen und Hammeln haben dies bestätigt. Sie fanden regelmässig eine Verminderung des Mineralstoffgehalts der Knochen unter dem Einfluss der Milchsäure im Vergleich mit normalen Knochen. Sie nehmen an, dass die durch Milchsäure gelösten

<sup>1)</sup> E. SALKOWSKI, Über die Möglichkeit der Alkalientziehung beim lebenden Tier. Virchows Archiv Bd. 58 (1873), S. 1.

<sup>2)</sup> FRIEDRICH WALTER, Untersuchung über die Wirkung der Säuren auf den tierischen Organismus. Archiv f. exp. Pathol. und Pharmak. Bd. 7 (1877), S. 148.

<sup>3)</sup> C. HEITZMANN, Jahresb. d. Tierchemie 3 (1873), S. 229.

<sup>4)</sup> SIEDAMGROTZKY und HOFMEISTER, ebendasselbst Bd. 10 (1880), S. 342.

unorganischen Knochenbestandteile den Körper durch den Darmkanal verlassen.

Entsprechende Versuche mit fetten Säuren liegen nicht vor. Diese werden allerdings weniger leicht kalkentziehend wirken, da sie ihrer Schwerlöslichkeit wegen nur langsam auf Kalkverbindungen einwirken und dabei keine löslichen Salze oder nur geringe Mengen von solchen erzeugen können.

Wenn ich nun übergehe zu der Wirkung desjenigen Teils der freien Säuren, welche die Ranzigkeit eines Futtermittels im engeren Sinne hervorrufen können, so haben wir die niederen Glieder der Fettsäurereihe im Auge, welche ganz oder teilweise in Wasser löslich und zugleich flüssig sind. Wiederholt habe ich betont, dass die Ranzigkeit eines Fettes vielleicht noch von anderen Verbindungen herrühren kann. Darüber wissen wir noch nicht viel. Der oben citierten Abhandlung von BUCHHEIM entnehmen wir z. B. die Bemerkung, dass die reine Ölsäure, welche bekanntlich an der Luft leicht Sauerstoff absorbiert, hierbei braun wird und einen widerlich kratzenden Geschmack annimmt. Es wäre daher die Bestimmung der oxydierten Ölsäure fernerhin in Aussicht zu nehmen. Hierbei dürfte die Ermittlung der sogen. Jodzahl gute Dienste thun, auf deren Bedeutung für die Erkennung ranziger Beschaffenheit der Futtermittelfette schon von anderen Seiten<sup>1)</sup> hingewiesen worden ist.

Heute möchte ich mich aber nur auf die freien flüchtigen, wie auch im Wasser löslichen Fettsäuren beziehen, welche in ranzigen Futtermitteln auftreten und von welchen man bisher annahm, dass sie nachteilig wirken.

Aber worin besteht diese Wirkung, abgesehen von jener auf die Geruchs- und Geschmacksorgane? Ich vermutete reizende Wirkungen auf die Schleimhäute des Verdauungskanal.<sup>2)</sup> Allein ich kann diese Vorstellung wenigstens mit Bezug auf die Magenschleimhaut nicht mehr aufrecht halten, da der Gehalt an solchen Säuren nach bisherigen Erfahrungen<sup>3)</sup> nur ein sehr geringer, und da selbst relativ starke Mineralsäuren noch in Berührung mit Schleimhäuten kommen können, ohne erhebliche Ätzungen

<sup>1)</sup> STUTZER, Landw. Vers.-Stat. XXXVIII, S. 296; OTTO REITMAIR, ebendasselbst S. 393.

<sup>2)</sup> Landwirtsch. Versuchs-Stat. XLIX, S. 51.

<sup>3)</sup> Ebendasselbst S. 53.

gemacht, aus denen allerdings auch hervorgeht, dass die Darmschleimhaut gegen Säure viel empfindlicher ist, als die Magenschleimhaut. Schwefelsäure von 0.1% brachte auf der Darmschleimhaut noch deutliche Veränderungen hervor, während eine 5%ige im Magen erst nach lang dauernder Berührung an der Grenze des Erkennbaren stehende Wirkungen erzeugte. Es liegt daher wohl im allgemeinen kein Grund vor zu der Behauptung hervorzubringen. LESSER<sup>1)</sup> hat darüber einige Mitteilungen fürchtung, dass die kleinen Mengen löslicher oder flüchtiger Fettsäuren, welche manchen Futtermittelfetten anhaften, ätzende Wirkungen zur Folge haben. Bei ausnahmsweise vorkommenden höheren Gehalten an solchen neben hoher Acidität möchten wir jedoch nach fortgesetzter täglicher Aufnahme das Zustandekommen der Reizwirkungen im Verdauungskanal heute noch nicht für ganz ausgeschlossen erklären.

Wenn dennoch schon die kleinen Anteile an solchen Säuren, die sich durch den unangenehmen Geruch bemerklich machen, als etwas Nachteiliges betrachtet werden, so erklärt sich dies einfach dadurch, dass sie ein Kennzeichen jener unangenehmen Beschaffenheit des Futters bilden, welche man als „ranzig“ zu bezeichnen pflegt.

Wenn die Tiere ein Futter, welches übel riecht, unangenehm ranzig schmeckt, widerwillig aufnehmen, so sind damit allein schon Nachteile verbunden. Es ist bekannt, wie leicht derartige Einflüsse verstimmend wirken und bei Kühen Rückschläge in dem Milchertrage zur Folge haben. Der Ekel allein kann Magen- und Darmkatarrhe erzeugen.<sup>2)</sup> Es liegt hier also eine Wirkung vor, welche durch Vermittelung des Nervensystems zustande kommt und daher wohl sehr von der Individualität abhängt. Erscheinungen dieser Art spielen jedenfalls bei der Tierernährung eine wichtige Rolle.

<sup>1)</sup> ADOLF LESSER, Die anatomischen Veränderungen des Verdauungskanals durch Ätzgifte; Virchows Archiv Bd. 83 (1881), S. 193.

<sup>2)</sup> Der Abhandlung von O. HAUSER über den therapeutischen Wert des Lipanins, Ztschr. f. klin. Medizin, 14 (1888), entnehmen wir den Satz: „Die Verdauungsstörungen, welche nach Darreichung des dunklen Leberthrans nicht selten beobachtet werden, hat man in der Regel auf den mit seiner Einnahme verbundenen Ekel zurückgeführt, welcher erfahrungsgemäss Magen- und Darmkatarrh erzeugen kann.“ Es scheinen also in dieser Richtung bestimmte Erfahrungen vorzuliegen.

Hiernach gelangte ich zu dem Ergebnis, dass für die Beurteilung der Qualität eines Futtermittels ebensowohl die Ermittlung der Gesamt-Acidität, als die der freien flüchtigen Fettsäuren, für welche ich im vorigen Jahre<sup>1)</sup> eine Methode empfohlen habe, von Bedeutung ist.

Wenn ich auch heute noch, wie im Vorjahre, einem Futtermittel den Vorzug gebe, welches *ceteris paribus* eine geringere Acidität aufweist, so fasse ich jetzt die Gründe dafür folgendermassen zusammen:

1. Eine hohe Acidität erschwert den Eintritt der für die Darmverdauung günstigsten alkalischen Reaktion.
2. Die Neutralisation der Fettsäure erfordert bei hoher Acidität grösseren Aufwand an Alkali im Darm, wodurch, wenn auch nur vorübergehend, die Alkalität des Blutes herabgesetzt werden kann.
3. Je höher die Acidität eines Fettes, um so geringer ist dessen Gehalt an Neutralfett. Die Form des Neutralfettes gewährt aber eine grössere Garantie dafür, dass das Fett auch in dieser Form zur Resorption gelangt, als die der freien Fettsäure, bzw. Seife. Wenn auch feststeht, dass Seife bei der Resorption wieder in neutrales Glycerid verwandelt wird, so fragt sich doch, ob dies jederzeit vollständig und ohne Verlust vor sich geht. Würde aber Seife auch ohne Rückverwandlung in neutrales Glycerid resorbiert werden, so würde sie, der physiologischen Oxydation unterliegend, zum Teil der Fett- und Milchbildung im Organismus entzogen werden.“

PFEIFFER bemerkt, er müsse im vorigen Jahre bei Besprechung der vorliegenden Frage von den Herren Protokollführern falsch verstanden sein. Die freien Fettsäuren sind bei der Fettbildung nicht stärker beteiligt, als das Neutralfett; auch sind die kalorischen Werte der Fettsäuren und der entsprechenden Triglyceride nicht gleich. Die Fettsäuren besitzen vielmehr einen höheren Wärmewert, als das zugehörige Neutralfett, und deshalb vermögen die Fettsäuren im tierischen Organismus eine höhere Leistung zu erzielen. Zahlenmässig ergibt sich etwa folgendes:

---

<sup>1)</sup> Landw. Versuchs-Stat. XLIX, S. 51.

1 g Neutralfett des Tierkörpers im Mittel = 9500 cal.  
 1 g Glycerin " " " " = 4317 "  
 Neutralfett enthält ca. 9% Glycerin, folglich entfallen auf 1 g Fettsäuren . . = 10013 "

Ferner sei zu erwähnen, dass der Eiweissumsatz durch Neutralfett und die entsprechende Menge Fettsäuren gleichmässig beeinflusst wird, wogegen das Glycerin den Eiweissumsatz nicht herabsetzen, in grösseren Gaben sogar erhöhen soll. Auf den Fettumsatz wirkt das Glycerin seinem Wärmewert entsprechend.

Die Ansicht des Referenten, dass die eventuelle Überführung der Fettsäuren in Körperfett mehr chemische Kraft beanspruche da das erforderliche Glycerin im tierischen Organismus gebildet und dann mit Fettsäuren synthetisch vereinigt werden müsse, könne er ebenfalls nicht teilen. Bei der Überführung von Kohlehydraten in Fett finden weit kompliziertere Umsetzungen statt, und trotzdem vertreten sich Fett und Kohlehydrate nach Massgabe ihrer isodynamen Vertretungswerte. Diese sind bei allen derartigen Fragen ausschlaggebend.

Der immerhin noch recht zweifelhaften Frage, ob freie Fettsäuren in diätetischer Hinsicht schädlich wirken, will Redner nicht näher treten.

HAGEMANN legt grossen Wert auf die quantitative Feststellung der freien Fettsäuren. Die schädlichen Wirkungen für das Vieh sind zurückzuführen auf schlechten Geruch und Geschmack solcher Futtermittel; die Tiere nehmen das Futter nur widerwillig an, auch wirken die freien Säuren reizend auf die Schleimhäute der Verdauungsorgane. Das Ranzigwerden des Futtermittelfettes ist kein rein chemisch-physikalischer Vorgang, es wirken die Bakterien mit, welche auch Zersetzung der Eiweissstoffe veranlassen und giftige Spaltungsprodukte derselben unter Umständen erzeugen.

MAEBCKER glaubt, dass man die Schädlichkeit der freien Fettsäuren doch sehr überschätze. Eingesäuerte, schlecht schmeckende und riechende Rübenblätter z. B. werden von dem Vieh gerne und ohne Nachteil gefressen, sie bilden sogar ein gutes MilCHFutter. Wenn in Lauchstädt die Kühe kein Sauerfutter bekamen, ging die Milchmenge sofort um 2 Liter zurück.

HALENKE macht darauf aufmerksam, dass sich die Begriffe Acidität und Ranzidität keineswegs decken, und dass bei der

Beurteilung der Beschaffenheit der Futtermittel, bezw. der Beschaffenheit des Fettes in den Futtermitteln ein wesentlicher Unterschied zwischen Acidität und Ranzidität gemacht werden muss; die Acidität ist lediglich durch die Menge der vorhandenen freien Fettsäuren bedingt, die Ranzidität dagegen, oder besser gesagt das, was wir als Ranzidität zu bezeichnen pflegen, durch die flüchtigen Fettsäuren und ihre Ester, welche letztere bei der Aciditätsbestimmung gewöhnlich nicht berücksichtigt werden. Die Ermittlung der Acidität wird deshalb niemals einen sicheren Anhaltspunkt über den Grad der Ranzigkeit eines Fettes geben, und man müsste sich deshalb darüber klar werden, was man bei der Beurteilung der Futtermittel unter der Ranzidität zu verstehen hat, wenn man sich bei dieser Beurteilung auf die Acidität der Fette beschränken will. In der Praxis der Lebensmitteluntersuchungen hat man, namentlich bei Untersuchung von Butter, Gelegenheit, die grossen Unterschiede zu konstatieren, die zwischen der Bestimmung der sogen. Säuregrade und der thatsächlichen Ranzigkeit einer Butter bestehen. Bei einer durch Geruch und Geschmack wahrnehmbaren hochgradigen Ranzigkeit der Butter kann man bisweilen ganz normale Säuregrade beobachten, und umgekehrt können ganz abnorm hohe Säuregrade bei einer Butter gefunden werden, ohne dass man sie als ranzig zu bezeichnen imstande ist. Das Gleiche wird wohl auch für die Fette in Futtermitteln Giltigkeit haben. Weiter ist darauf hinzuweisen, dass nach den gemachten Erfahrungen selbst stark ranzige Speisefette ohne jede Gefahr für den Organismus genossen werden können; mit Rücksicht auf die kaum anzuzweifelnde Analogie in dieser Richtung zwischen dem menschlichen und tierischen Organismus ist zu empfehlen, dass man, bevor eine nähere Klärung der Frage erfolgt ist, bei Beurteilung von Futtermitteln die Bedeutung der Acidität und Ranzidität des Fettes mit einer gewissen Reserve behandelt, im Sinne des Herrn Referenten.

LEHMANN bezweifelt ebenfalls die Schädlichkeit der freien Fettsäuren. Es wird im Körper der Wiederkäuer über das zehnfache der in den Futtermitteln enthaltenen freien Fettsäuren erzeugt; wir stellen doch auch absichtlich stark saure Futtermittel her. Die Jodzahl ist geeignet, die ungesättigten freien Fettsäuren zu bestimmen. Es wird sich weiter darum handeln, die Ranzigkeit des Futtermittelfettes in eine Zahl zu fassen.



**WILFARTH:** Neutrale Fette werden angeblich nicht als solche resorbiert, sondern nur als Seifen oder freie Säuren, bezw. als Emulsionen beider. Demnach wären freie Fettsäuren günstiger. Darum handelt es sich hier aber zunächst nicht; die Ermittlung der freien Säuren hält auch er für wichtig.

**KELENER:** Es steht doch wohl fest, dass Neutralfette resorbiert werden, wenn sie als Emulsion vorhanden sind. Schädlichkeit der freien Fettsäuren beurteilt er ebenso wie **MAERCKER;** hat Versuche mit Milchkühen gemacht; saure Schnitzel gaben höheren Ertrag, als nicht saure.

**GERLACH** hat die Erfahrung gemacht, dass Reismehle zuweilen stark sauer, aber nicht ranzig, Palmkernmehle umgekehrt oft stark ranzig, aber nicht sauer sind; er sieht in der Jodzahl nach einer Reihe von Versuchen einen Gradmesser für die Ranzigkeit; je höher diese, um so niedriger die Jodzahl und umgekehrt.

**WILFARTH** hält seine Ansicht aufrecht. Eine Emulsion vom Neutralfett kann sich nur mit Hilfe von Seife bilden und diese wiederum nur aus freier Fettsäure.

**HARTLERB** betont die bakteriologische Seite beim Ranzigwerden der Fette; die Zersetzungsprodukte sind zum Teil schädlich; es bilden sich auch Säuren, z. B. Milchsäure; diese können aber günstig wirken auf diejenigen Darmbacillen, welche durch starke Alkalität der Säfte sonst zu Grunde gehen müssten. Daher erklärt sich die grössere Resorbierung bei Sauerfutter.

**EMMERLING:** Frische Ölkuchen sind oft bald nach der Pressung schon stark sauer; es ist dann noch keine Bakterienwirkung wahrscheinlich, vielmehr anzunehmen, dass diese Erscheinung durch Enzyme hervorgerufen wird. Wenn die landwirtschaftlichen Nutztiere auch viel Säure in Gestalt von Sauerfutter u. dgl. aufnehmen und vertragen, — vielleicht weil bei der wässrigen Beschaffenheit eines solchen Futters die Säure in starker Verdünnung geboten wird —, so giebt es doch Verhältnisse, wie in Schleswig-Holstein, wo die Kühe gewöhnt sind, ein mehr trockenes Futter zu erhalten, in welchem Kraftfutter, Ölkuchen, einen wesentlichen Bestandteil bildet. Ich habe immer angenommen, dass hier eine hohe Acidität des Fettes nicht günstig wirke, dass z. B. nach längerer Aufnahme von stark sauren und ranzigen Kokoskuchen schädliche Reizwirkungen zustande kommen können. Solcher Kuchen schmeckt unangenehm

und anhaltend brennend, und es schienen mir daher die angedeuteten Wirkungen im Verdauungskanal nicht ausgeschlossen zu sein.

Referent wiederholt noch einmal, dass nach der Ansicht der Physiologen die Neutralfette als naturgemässe Form resorbiert werden, dass es bei freien Fettsäuren aber fraglich ist, ob alles zur Seifebildung und Resorption gelangt.

LOGES kann nicht den Schlüssen einiger Vorredner folgen, dass freie Fettsäuren überhaupt unschädlich sein müssen, weil man von den bei der Sauerfutterbereitung entstehenden (vorwiegend niedrigmolekularen, zum Teil auch nicht zu den Fettsäuren gehörigen) freien Säuren keine schädlichen, im Gegenteil günstige Wirkungen beobachtet habe. Sicher sind in dieser Beziehung die verschiedenen Fettsäuren von ganz differentem Einfluss.

Man möge sich an die Mitteilung des Kollegen KLIEN in der letzten Hauptversammlung erinnern, dass in seinem Bezirk die Landwirte nur neutrale oder schwachsaure Kuchen (mit nicht über 2 % Säure) verfüttern, da sonst die Butter von abweichender Qualität ausfällt. Es ist dies zugleich ein Beispiel für den praktischen Wert der Aciditätsermittlung.

HALENKE ist auch der Ansicht, dass die im Sauerfutter vorhandenen Säuren nicht ohne weiteres mit denen anderer saurer oder ranziger Futtermittel in Parallele gestellt werden können. Wichtig ist es, dass wir irgend einen Ausdruck für den Grad der Ranzigkeit finden; er stellt deshalb den Antrag:

„die Futtermittelkommission wird beauftragt, eine Methode zur Bestimmung der Ranzidität auszuarbeiten, auch, falls es für nötig erachtet wird, eine einheitliche Methode zur Ermittlung der Acidität vorzuschlagen“

und wünscht, dass man dabei die Fette zugleich refraktometrisch prüfe, da seine Vorversuche hinsichtlich der Anwendung des Refraktometers auch für diese Zwecke ermutigend gewesen seien.

Wird angenommen.

Es wird nunmehr zur zweiten Lesung des zurückgestellten Beschlusses (Landw. Vers.-Stat. Bd. 49, S. 55; Punkt 2 für die Tagesordnung) geschritten.

PFEIFFER: Der Beschluss enthält nur einen Auftrag an den Futtermittelausschuss; eine zweite Lesung ist deshalb nicht nötig.

Die Versammlung schliesst sich dieser Ansicht an.

Punkt 8 der Tagesordnung.

**Über die Geldwertberechnung des Melassefutters.**

Berichterstatter: Prof. Dr. EMMERLING-Kiel.

„Die Melasse kommt heute in verschiedener Gestalt als Futtermittel in den Handel. Ich kenne dieselbe allerdings nur in den beiden Formen:

1. Melassetorfmehlfutter,
2. Melassefutter mit Palmkernmehl.

Ich möchte hier nicht die Frage der Verwendung, Zuträglichkeit dieser neuen Futterarten behandeln, sondern lediglich die des Geldwertes.

Denn es war von vornherein üblich, die Melasse unter Garantie bestimmter Gehalte an Zucker und zuweilen anderer Nährstoffe zu verkaufen.

Es wurde daher notwendig, eine Methode der Geldwertberechnung aufzustellen, um in Fällen von Mindergehalten den zu entschädigenden Betrag festzustellen, wie es auch erwünscht ist, Melassepräparate gleicher Art von verschiedenem Gehalt ihrem Wert nach unter einander vergleichen zu können.

Ich habe das Kapitel bereits in einem ausführlichen Artikel<sup>1)</sup> behandelt. Die dort aufgestellten Grundsätze lege ich auch meinem heutigen Vortrage zu Grunde, wenn ich auch manche Änderung bezw. Vereinfachung eintreten lassen möchte. Ich wähle zunächst den einfacheren Fall, die Wertberechnung des Melassetorfs.

Dieser wird hergestellt aus Moostorf und Melasse in wechselnden Verhältnissen, z. B. 20 % des ersteren und 80 % der letzteren.

Man hat versucht, dieses Futtermittel in ähnlicher Weise zu bewerten, wie andere käufliche Futtermittel. Allein einer solchen Rechnung konnten wir nicht zustimmen, da sie dazu führt, sehr fragwürdige Formen von Rohprotein in Parallele mit dem Protein von Ölkuchen oder Kleie zu stellen. Das Rohprotein des Melassetorfs setzt sich nämlich zusammen aus dem Rohprotein des Moostorfs und dem der Melasse. Das Letztere besteht vorwiegend aus Amiden, Nichtprotein, die

<sup>1)</sup> Landw. Wochenbl. für die Provinz Schleswig-Holstein 1897, No. 8 und 9.

höchstens den Respirationswert der Kohlehydrate beanspruchen dürfen. Über die Verdaulichkeit des Rohproteins des Moostorfs ist näheres nicht bekannt. Jedenfalls will der Landwirt, welcher sich zur Anwendung von Torfmelasse entschliesst, für solches Rohprotein kein Geld ausgeben.

Diese Erwägungen führen dahin, den Melassetorf lediglich nach seinem Gehalt an Zucker zu bewerten. Wir betrachten denselben als eine Form, in welcher der Zucker zu Futterzwecken in Handel kommt. Der Torf bildet nur das aufsaugende Mittel, wertbildend ist allein der Zucker. Hiernach würde sich die Berechnung in Fällen von Mindergehalt sehr leicht gestalten. Der Wert der fehlenden Prozente berechnet sich einfach aus dem Preis und dem garantierten Zuckergehalt. Ein Analysenspielraum würde eventuell zu gewähren und seine Grösse noch festzustellen sein.

Nicht so einfach ist die Frage zu beantworten, welche Zahl von Futterwerteinheiten einem Melassetorf zuzuschreiben sind, um den Wert derselben mit einem anderen Futtermittel zu vergleichen. Es kann z. B. gefragt werden: Kaufen wir Kohlehydrat billiger in dem Melassetorf oder in der Kleie?

Meines Erachtens müssen wir hier der Melasse einiges Entgegenkommen erweisen. Wir setzen bekanntermassen den Wert von 1 Teil Kohlehydrat = 1 Futterwerteinheit. Dem Melassezucker möchten wir aber einen höheren Wert beilegen, als dem gewöhnlichen Kohlehydrat, und wir drücken dies am einfachsten aus, wenn wir den Melassezucker vom übrigen Kohlehydrat getrennt ansetzen und ihm eine höhere Wertzahl beilegen, um deren Ableitung es sich nun handelt.

Nehmen wir an, es wäre nur reiner Zucker vorhanden, so würden wir eine zutreffende Zahl erhalten durch die Überlegung, dass das gewöhnliche Kohlehydrat der Futtermittel ungefähr zu 80 %, der Zucker aber zu 100 % verdaulich ist. Es werden also 80 Teile Zucker dasselbe leisten, wie 100 Teile gewöhnliches Kohlehydrat, so dass es berechtigt wäre, den Wert des Zuckers im Verhältnis von 100 : 80 zu erhöhen, oder 1 Zucker zu setzen = 1.25 Futterwerteinheit.

Bei der Melasse liegen nun aber noch insofern besondere Verhältnisse vor, als dieselbe neben ca. 48 % Zucker noch andere Bestandteile enthält, deren Wert billigerweise nicht ganz zu vernachlässigen ist.

Von diesen Nebenbestandteilen der Melasse berücksichtigen wir jedoch allein das Rohprotein, welches vorwiegend aus Nichtprotein, Amiden besteht. Wir stimmen einem Vorschlag von JUL. KÜHN bei, diesen Amiden nur den Wert der Kohlehydrate beizulegen. Da sie wohl als ganz löslich und verdaulich betrachtet werden dürfen, so summieren wir dieselben zum Zucker.

Da das Melasserohprotein durch direkte Analyse in der Regel nicht ermittelt wird und die Analyse auch nicht zu umständlich werden darf, so folgen wir ferner dem Vorschlag von MAERCKER,<sup>1)</sup> den Gehalt der Melasse in Nichtprotein = rund 6% zu setzen.

Da nun Melasse im Mittel 48% Zucker enthält, so beträgt das Verhältnis von Zucker:Nichtprotein in der Melasse = 8:1.

Wenn der Zuckergehalt der Melasse bestimmt ist, so würden wir hiernach den 8. Teil derselben für Nichtprotein zum Zucker addieren. Diese Summe dann mit 1.25 multipliziert, liefert die Zahl der Futterwerteinheiten für Melassezucker inkl. Nichtprotein.

Hiernach würde 1% Melassezucker entsprechen:

$$\left(1 \times \frac{1}{8}\right) \times 1.25 = 1.4 \text{ Futterwerteinheit.}^2)$$

Es würde also der Wert von 1% Melassezucker von vornherein = 1.4 Futterwerteinheit zu setzen sein, während 1% reiner Zucker mit 1.25 zu bewerten war.

An einem Beispiel zeigen wir die Art der Anwendung. Ein Landwirt füttert z. B. reichlich Weizenkleie, die er zu 9 Mk. pro Doppelcentner gekauft hat. Es fehlt noch an Kohlehydrat in der Ration, welches er in Form von Torfmelasse ergänzen, aber nicht teurer bezahlen möchte, als in der Kleie. 1 Futterwerteinheit (kg) der Kleie ist bei obigem Preiswert 8.48 Pf. Es möge nun Torfmelasse mit 30% Zucker angeboten sein zu 3.50 Mk. pro Doppelcentner. 30 Melassezucker =  $30 \times 1.4 = 42$  Futterwerteinheiten, folglich der Wert einer Futterwerteinheit =  $\frac{350}{42} = 8.33$  Pf.

<sup>1)</sup> Deutsche Landw. Presse 1895, No. 7. Neuerdings scheint man einen Gehalt von 8% Nichtprotein im Mittel als zutreffender zu halten. Die ganze Rechnung lässt sich hiernach leicht verwenden.

<sup>2)</sup> Bei Annahme von 8% Nichtprotein kommt man zu 1.458 = rund 1.46 Futterwerteinheit.

Hiernach würde die Futterwertseinheit noch etwas billiger zu stehen kommen, als in der Kleie unter den vorangesetzten Preisverhältnissen.

Wir wenden uns zum zweiten Teil unserer Aufgabe, die Geldwertberechnung des Melassefutters mit Palmkernmehl. Die bereits dargelegten Grundsätze werden die Berechnung auch hier vereinfachen. Wir setzen also wie üblich Protein und Fett = 3, Kohlehydrat = 1, Melassezucker = 1.4 Futterwertseinheiten. Liegt eine vollständige Analyse vor, so lässt sich die Zahl der Futterwertseinheiten berechnen. Doch ist hierbei der von der Melasse herrührende Teil des Rohproteins, geschätzt auf  $\frac{1}{8}$  des Zuckers, vom Gesamtprotein in Abzug zu bringen. An einem Beispiel wird sich dies am besten erläutern lassen.

Es lag uns eine Probe Melassefutter mit Palmkernmehl vor, welches folgendes Resultat ergeben hatte:

Wasser . . . . .	22.88
Gesamtprotein . . . . .	9.83
Fett . . . . .	1.70
Kohlehydrat . . . . .	43.98
davon Zucker . . . . .	31.00
Rohfaser . . . . .	13.88
Asche . . . . .	7.93
	<hr/>
	100.00.

Der Gehalt an Protein ist hiernach zu reduzieren um den 8. Teil des Zuckers:

$$\text{Protein} = 9.83 - \frac{31}{8} = 5.96 = \text{rund } 6\%$$

Der Gehalt an gewöhnlichem Kohlehydrat beträgt 43.98 — 31 = 12.98 = rund 13.

Folglich beträgt die Zahl der Futterwertseinheiten:

$$(6 \times 3) + (1.7 \times 3) + (13 \times 1) + (31 \times 1.4) = 79.5 \text{ F.-E.}$$

In der Regel wird aber die vollständige Analyse nicht ausgeführt, sondern nur die Bestimmung von Protein, Fett und Zucker. Auf diese Wertstoffe wird sich wahrscheinlich auch die Garantie im Handel mit Melassefutter beschränken.

Wir sollten dann meines Erachtens unserem alten Satze folgen, welcher lautet:

„Für die Berechnung des Wertes, resp. der Entschädigung der mit garantierten Gehalten in den Handel kommenden Futtermittel kommen nur diejenigen Nährstoffe in Betracht, auf welche sich die Garantie erstreckt.“

Die Zahl der garantierten Futterwerteinheiten ist hiernach leicht zu berechnen, wie auch die Zahl der wirklich vorhandenen.

Die Garantie möge z. B. lauten:

$$\text{Protein} = 10, \text{ Fett} = 2, \text{ Zucker} = 30\%$$

$$\text{Protein korrigiert} = 10 - \frac{30}{8} = 6.25.$$

Zahl der Futterwerteinheiten =

$$(6.25) \times 3 + (2 \times 3) + (30 \times 1.4) = 66.75.$$

Die Analyse möge ergeben haben:

$$\text{Protein} = 8, \text{ Fett} = 2.5, \text{ Zucker} = 32\%$$

$$\text{Protein korrigiert} = 8 - \frac{32}{8} = 4.$$

Zahl der Futterwerteinheiten =

$$(4 \times 3) + (2.5 \times 3) + (32 \times 1.4) = 64.3.$$

Es fehlen somit  $66.75 - 64.3 = 2.45$  Futterwerteinheiten, deren Geldwert zu entschädigen wäre.

Festzustellen bleibt allerdings noch ein Analysenspielraum für die Bestimmung des Zuckers und eine Grenze, bis zu welcher ein Überschuss an Zucker zum Ausgleich für fehlendes Protein oder Fett herangezogen werden darf.“

LEHMANN giebt einen eingehenden Bericht über die in dem landwirtschaftlichen Institut der Universität Göttingen ausgeführten Fütterungsversuche mit Melasse; bedauert die Unrichtigkeit sämtlicher Futtermitteltabellen in Bezug auf den Proteingehalt der Melasse, welche überhaupt kein Protein, sondern nur andere Stickstoffverbindungen enthält. Der nach der STUTZER'schen Methode gefundene Stickstoffgehalt stammt in diesem Falle nicht von Proteinstoffen. Im Torf-Melassefutter sind die Bestandteile des Torfes sämtlich als unverdaulich anzunehmen.

MAERCKER ist überhaupt gegen Melassemischfutter; die Mischung muss der Landwirt teuer bezahlen; wer Melasse verfüttern will, sollte sie als solche kaufen. Nach der Berechnungsweise von EMMERLING erfährt der Landwirt wohl den Wert gegenüber anderen Futtermitteln, nicht aber den wahren Handelswert. Der Preis von Melassemischfuttern konnte gerade dadurch, dass der Landwirt nicht in der Lage ist, den wirklichen Wert der Komponenten zu schätzen, so ungebührlich hoch geschraubt werden. Halle bewertet Torfmelassefutter nur nach dem Gehalt an Melasse und giebt dem Landwirt an: diese ist in dem Gemisch

so und so viel wert. Dann erfährt der Landwirt, wie enorm hoch er den Mischprozess bezahlen muss, und wird vorziehen, die Melasse direkt anzuschaffen und zu verfüttern. Diese Methode der Bewertung ist aus praktischen Gründen und im Interesse des Landwirtes dringend zu empfehlen.

**B. SCHULZE:** Es ist von Amiden, Asparagin etc. in der Melasse gesprochen worden; diese sind, da in der Zuckerfabrikation Ammoniak abgespalten wird, nicht vorhanden, sondern nur Amidosäuren, welche nach **WEISKE** keinen Futterwert haben. Wir können sie nicht einmal den Kohlehydraten gleich bewerten.

**LEHMANN:** Weder er noch andere Redner haben behauptet, dass Asparagin in der Melasse vorhanden wäre; es ist mit dem Ausdruck nur exemplifiziert worden auf die Nichteisweissstoffe im ganzen.

**HALENKE** wünscht ausdrücklich festgelegt zu haben, dass in Melasse lediglich die Kohlehydrate zur Bewertung heranzuziehen sind.

**WILFARTH** fragt an, ob **LEHMANN** bei seinen Fütterungsversuchen bestätigt gefunden habe, dass der hohe Kaligehalt der Melasse schädlich wirke.

**LEHMANN:** Die Kalisalze der Melasse sind ein Schreckgespenst; der Gehalt an Kalisalzen in Futterrationen mit der üblichen Melassemenge ist nicht grösser, als in anderen Rationen. Schädliche Wirkungen sind nicht beobachtet.

**MAERCKER** hat Versuche angestellt; bei sehr hohen Gaben (von 6 Pf. pro Kopf) trat Knochenerweichung ein, die aber ausblieb, wenn phosphorsaurer Kalk gleichzeitig gefüttert wurde. Er will noch ausdrücklich hervorheben, dass bei verständiger Anwendung die Melasse als Futtermittel durchaus am Platze ist.

**HAGEMANN** hat einen Fütterungsversuch mit Melasse an Milchkühen in der Weise gemacht, dass bei einem aus Palmkernkuchen, Gerstenschrot, Heu, Stroh und Rüben bestehenden Futter 3.5 kg Gerstenschrot durch gleiche Menge grüner Melasse ersetzt wurden. Trotzdem die Eiweissration geringer war, da die Melasse ja kein Eiweiss enthält, stieg die Milchmenge etwas an; es sind also solche Substanzen in der Melasse, welche die Milchdrüse zu erhöhter Thätigkeit reizen. Ferner aber entstand Diurese, es stieg die Harnausscheidung von ca. 8 Liter auf ca. 20 Liter pro Tag. Abgesehen von der stärkeren Inanspruchnahme des Herzens, welches diese grossen Wasserquantitäten



durch die Nieren pressen muss, leiden hierunter auch die Nieren selbst, so dass man bei länger dauerndem Verfüttern von Melasse an Milchkühe eine Schädigung der Nieren zu befürchten hat. Die Mehrarbeit des Herzens entzieht natürlich einen Teil der Futternährstoffe anderer Verwertung im Organismus.

H. SCHULTZE weist betr. giftiger Wirkungen der Kalisalze auf die Versuche von BUNGE hin.

MAERCKER beantragt:

„Der Wert des Melassemischfutters ist nach dem Marktpreise der dasselbe zusammensetzenden Materialien, also der Melasse und sonstiger Zusätze, zu bemessen.“

Wird einstimmig angenommen.

HALENKE schildert die Unzuträglichkeiten, welche aus dem schon von LEHMANN gerügten Übelstande entstehen, dass sämtliche Futtermitteltabellen fehlerhaft sind hinsichtlich des Proteingehalts der Melasse, und bittet, folgender Resolution zuzustimmen:

„Die Versammlung ist einstimmig der Anschauung, dass der Ausdruck für den N.-Gehalt der Melassefutter in Form von „Rohprotein“, wie er sich in den Futtertabellen noch vorfindet, ein unberechtigter ist.“

Geschieht.

LOGES: Bei uns wird eine Mischung von gemahlener Erdnusschalen und Melasse als „Erdnusskleie“-Melassefutter vertrieben. Diese Bezeichnung ist eine irreführende, da Erdnusskleie etwas ganz anderes, als gemahlene Hülsen, ist. Dies wird von den Lieferanten bestritten; da es zur gerichtlichen Entscheidung kommen kann, ist es von Interesse zu erfahren, ob irgendwo unter „Erdnusskleie“ die gemahlene Hülsen verstanden werden.

Der Versammlung ist dies nicht bekannt, und man hält die Bezeichnung für eine auf Täuschung des Käufers berechnete.

Punkt 10 der Tagesordnung.

Über die Errichtung von Nahrungsmittelämtern.

(Berichterstatter: Landes-Ökonomierat Freiherr Dr. v. CANSTEIN.)  
fällt aus, da Berichterstatter am Erscheinen verhindert war.

Punkt 11 der Tagesordnung.

**Etwaige Wünsche und Anträge.**

**MAEBCKER:** In Halle haben wir gefunden, dass Perchlorat in Chilesalpeter recht häufig und zuweilen in grosser Menge (bis an 6<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) vorkommt. Versuche im Felde und im Vegetationshaus haben ergeben, dass Perchlorat für Halmfrüchte unbedingt ein Gift ist, für Hackfrüchte weniger. In den Chilesalpetern kommt neben Perchlorat auch Chlorat vor; wir haben aber noch keine Methode, letzteres neben Perchlorat zu bestimmen, ich stelle deshalb den Antrag:

**„In Rücksicht auf die sich mehrenden Perchloratvergiftungsfälle wird der Dünger-Ausschuss beauftragt, die Methode zur Untersuchung perchlorathaltiger Chilesalpeter einer Prüfung zu unterwerfen und auch den Chloratgehalt im Salpeter dabei zu berücksichtigen.“**

Das Vorkommen des giftigen Perchlorats in den Chilesalpetern gewährt uns grosse Unterstützung in dem Kampfe für die direkte Analyse des Chilesalpeters. Die indirekte Analyse lässt das Perchlorat nicht einmal erkennen, es wird hier sogar das Perchlorat als Natriumnitrat mit verrechnet; bei der direkten Analyse hat man schon einen gewissen Anhalt. Es hat sich nämlich in Halle gezeigt, dass grössere Mengen Perchlorat mit einem niedrigen Stickstoffgehalt parallel gingen. Wenn wir alle Chilesalpeter auf Perchlorat prüfen und die Landwirte im Einzelfalle auf den Giftgehalt aufmerksam machen, ist zu erwarten, dass die Fabrikanten und Importeure die alte Herstellungsweise wieder aufnehmen und wie früher perchloratfreien Salpeter liefern. Ähnlich lag die Sache mit den rhodanhaltigen Ammoniaksalzen; dem Druck der Versuchsstationen und Landwirte hat die Fabrikation nachgeben müssen, so dass jetzt Rhodanverbindungen in den Ammoniaksalzen kaum mehr vorkommen.

**TACKE:** Was das Vorkommen von Perchlorat im Chilesalpeter betrifft, so verdanke ich einem mit den Verhältnissen der Fabrikation vertrauten Bremer Herrn die Mitteilung, dass dasselbe wahrscheinlich auf folgendes zurückzuführen sei: Die warme salpeterhaltige Lauge, die durch Auslaugen des Caliche gewonnen wird, wurde früher, ehe sie in den rystallisiererraum gelangte, in einem Vorkühler der Abkühlung überlassen. Hier-

bei hat sich wahrscheinlich etwa vorhandenes überchlorsaures Kali als schwer löslich abgesetzt. Man ist von diesem Verfahren, vielleicht um den Betrieb zu beschleunigen, abgegangen und bringt die Lauge direkt in den Krystallisiererraum, so dass das darin etwa vorhandene Perchlorat jetzt in höherem Grade in den Salpeter gelangt. Es würde nach Ansicht des Betreffenden ein leichtes sein, diese Gefahr durch Rückkehr zu dem früheren Verfahren zu vermeiden.

LOGES: Perchlorat wird durch Wasserstoff im status nascens nicht reduziert, leicht dagegen Chlorat; auf Grund dieser Tatsache ist in Pommritz von Dr. MENNIGKE folgendes Verfahren zur Bestimmung des Chlorats neben Perchlorat ausgearbeitet und an Material von bekannter Zusammensetzung kontrolliert:

- a) Der Chilesalpeter wird unter Zusatz von etwas Alkalihydrat oder -Karbonat geglüht; die Cl-Bestimmung giebt Cl als Chlorid, Chlorat und Perchlorat.
- b) 5 g Salpeter werden mit 10 g Cl-freiem Zinkstaub und 150 ccm einer schwachen Essigsäurelösung (ca. 1<sup>0</sup>/<sub>10</sub>ig) 1/2 Stunde schwach gekocht; im Filtrat Cl bestimmt, giebt Cl als Chlorid und Chlorat.
- c) In der wässrigen Lösung des Chilesalpeters wird Cl als Chlorid bestimmt.

Aus den erhaltenen drei Werten ergibt sich die Menge von Chlorid, Chlorat und Perchlorat.

Nach dieser Methode fanden wir in vielen Fällen beachtenswerte Mengen von Chlorat in Salpetern. Es wäre erwünscht, wenn die Verbandsmitglieder das Pommritzer Verfahren einer Prüfung unterziehen wollten.

Der Antrag MAERCKER wird einstimmig angenommen.

VON LANGSDORFF berichtet über ein Erkenntnis des Königlichen Oberlandesgerichtes zu Dresden (veröffentlicht Sächs. Landw. Zeitschr. 1897, S. 527), welches unter Aufhebung des erstinstanzlichen Urteils den Verkäufer einer mit Kornausputz (Radesamen) verfälschten Kleie zum Ersatz des entstandenen Schadens verurteilte. Dieses ganz eingehend begründete Urteil der höchsten Instanz bildet in dem Kampfe gegen die Kleiefälschungen eine wirksame Hilfe und ist für die gerichtliche Behandlung solcher Fälle von grundlegender Bedeutung.

BAUMERT regt die Frage an, ob es sich im Interesse einer möglichst genauen und vollständigen Berichterstattung über

unsere Verhandlungen nicht empfiehlt, dem Protokollführer einen der Stenographie kundigen Beamten (Assistenten) einer Versuchsstation beizugeben. Mit Berufs-Stenographen, denen die hier zu verhandelnde Materie völlig fremd ist, hat man keine befriedigende Resultate erzielt; beabsichtigt wird nicht eine wörtliche, sondern nur eine sinngemässe, möglichst vollständige Aufnahme der Verhandlungen, und da möchte ein der Schnellschrift kundiger Fachgenosse die besten Dienste leisten.

Vorsitzender hält den Vorschlag für durchaus zweckmässig; es würde dadurch eine Wiedergabe der zusammenhängenden Referate in dem Protokoll auch dann möglich sein, wenn einzelne Herren Referenten dem Protokollausschuss ihre Referate nicht oder nicht rechtzeitig schriftlich zur Verfügung stellen, und es würden die bisher zuweilen eingetretenen Verzögerungen in der Drucklegung der Protokolle vermieden werden können. Wenn die Versammlung damit einverstanden ist, wird der Vorstand das Nötige veranlassen und eventuell in nächster Hauptverhandlung einen dem entsprechenden Versuch machen.

Wird genehmigt.

#### Punkt 12 der Tagesordnung.

##### **Neuwahl des Vorstandes und der Ausschüsse.**

In den Vorstand werden die bisherigen Mitglieder DIETRICH, EMMERLING, MAERCKER, NOBBE, H. SCHULTZE mit allen gegen je 1 Stimme wieder gewählt und nehmen die Wahl an.

Vorsitzender: Der Vorstand hält es aus verschiedenen Gründen für zweckmässig, dass die Anzahl der Mitglieder auf 7 erhöht wird, stellt deshalb den Antrag zu § 3 der Satzungen:

**„Die Anzahl der Vorstandsmitglieder ist auf 7 zu erhöhen.“**

Es erhebt sich kein Widerspruch, der Antrag ist also einstimmig angenommen; die zweite Lesung soll in der ausserordentlichen Hauptversammlung stattfinden.

In die Ausschüsse werden gewählt:

Für Düngemittel:

LOGES, MAERCKER, MÜLLER, H. SCHULTZE, WAGNER.

Für Futtermittel:

EMMERLING, KELLNER, LEHMANN, LOGES, H. SCHULTZE, STUTZER.

Für Saatprüfungen:

EIDAM, HEINRICH, NOBBE, RODEWALD, STEFFECK.

Für Bodenuntersuchungen:

BAUMERT, EMMERLING, HEINRICH, TACKE, WAGNER.

Schluss der X. Hauptversammlung.

EMMERLING giebt dem Danke der Versammlung an den Vorsitzenden für die umsichtige und freundliche Leitung der Verhandlungen Ausdruck.

Folgt noch eine vertrauliche, nichtöffentliche Verhandlung.

Für die Richtigkeit:

Baumert, Loges.

Harzburg, am 19. September 1897.

---

# Ein Beitrag zur Kenntnis des Kalk- und Magnesia- gehaltes ungarischer Ackerböden.<sup>1)</sup>

Von

BÉLA VON BITTÓ-Budapest.

---

Der Umstand, dass über den Kalkgehalt der ungarischen Ackerböden sehr wenig Daten zur Verfügung stehen, veranlasste mich, mit diesem Gegenstande mich zu befassen.

Das Resultat meiner bisherigen Versuche ist, dass in jenem Teile des Landes, bezüglich dessen ich diesmal die Resultate mitteile, wie aus den nachfolgenden Tabellen ersichtlich, im grossen und ganzen nicht über Mangel an Kalk geklagt werden darf.

Das mir zu Gebote stehende Material benutzte ich zugleich dazu, auch den Magnesiagehalt der einzelnen Bodensorten zu bestimmen. Nur der Vollständigkeit halber habe ich noch die Kohlensäure in den verschiedenen Bodensorten bestimmt und dann auf Schwefelsäure resp. auf Sulfate qualitativ geprüft.

Es sei mir noch gestattet zu erwähnen, wie die Bestimmung der einzelnen Bestandteile ausgeführt wurde. 20 g der zu untersuchenden Erde wurden in verdünnter Salzsäure (1 : 1)  $\frac{1}{2}$  Stunde lang gekocht, hierauf abfiltriert und die Flüssigkeit auf ein l aufgefüllt. Aus dieser Lösung wurden 500 ccm (= 10 g Erde) eingedampft und nach der Abscheidung der Kieselsäure vom Eisen, Aluminium und anderen etwa vorhandenen Bestandteilen befreit. Von der so erhaltenen und abermals auf 500 ccm gebrachten Lösung wurden nun 250 ccm (= 5 g Erde) zur Bestimmung des Ca und Mg (nach der gewöhnlich gebräuchlichen und allgemein bekannten Methode) genommen.

<sup>1)</sup> Der analytische Teil dieser Mitteilung wurde in den Jahren 1894 und 1895 im Laboratorium der königlich ungarischen chemischen Reichsanstalt ausgeführt.

Tabelle I.

Komitat.	Gemeinde.	Ried.	Besitzer.
Baranya	Szederkény Prädium Gyula	?	GÉZA VON OTOSKA
"	"	?	"
Somogy	Mernye Meierhof Mernye	rigódomb	Piaristen-Convent
"	"	"	"
"	"	tűskés	"
"	"	"	"
"	"	Tusculanum Acker III	"
"	"	"	"
"	"	Eichenwald Rotgrund von Jahre 1894	"
"	"	"	"
"	Drávafok	Berekföld	STEFAN VON BITTÓ
"	"	"	"
"	"	Babos'er Mittelteil	"
"	"	"	"
"	"	Előmező, Kleefeld	"
"	"	"	"
"	"	Náko'er Hain	"

Tabelle I.

	Berechnet auf trockene Erde:				10jährige Durchschnitts-	1893er	Anmerkungen bezüglich der Düngung etc.
	Kalk	Mag-nesia	Leh-ter-are	SO <sub>3</sub> qualitativ			
					Prozente		
Ackerkrume	0.37	0.33	0.26	—	?	Weizen 14 q	Gedüngt im Herbste pro Katastral-Joch mit 4 q Thomasschlackenmehl, im Frühjahr mit ca. 50—50 kg Chilisalp.
Untergrund	0.43	0.13	0.22	—	—	—	
Ackerkrume	1.65	0.63	0.36	Spuren	Weizen 7.5 q	Gerste mit Klee Gerste 7.5 q	Gedüngt im Jahre 1889.
Untergrund	7.06	0.39	4.72	„	—	—	
Ackerkrume	0.30	0.35	—	„	Weizen 8 q	Weide	Gedüngt im Jahre 1888.
Untergrund	0.49	0.44	—	„	—	—	
Ackerkrume	0.41	0.30	1.53	—	Weizen 9 q	Weizen 11 q	Nicht gedüngt.
Untergrund	0.45	0.12	0.21	—	—	—	
Ackerkrume	0.26	0.19	—	wenig	—	—	Es wurde weder Kunst- noch Kalkdünger angewendet. Mit Ausnahme des Riedes Tusculanum ist das Ganze dem Wasserriss ausgesetzt.
Untergrund	0.29	0.32	—	Spuren	—	—	
Ackerkrume	0.66	0.13	1.67	—	6—7 q in Kernfrucht	—	Verwendet keinen Kunstdünger.
Untergrund	0.33	0.18	0.21	—		—	
Ackerkrume	0.36	0.20	1.12	—	—	—	
Untergrund	0.29	0.62	0.80	—	—	—	
Ackerkrume	0.60	1.15	1.21	—	—	—	
Untergrund	0.47	0.64	2.56	—	—	—	
Ackerkrume	0.53	0.65	0.87	wenig	—	—	



Tabelle II.

Komitat.	Gemeinde.	Ried.	Besitzer.
Somogy	Drávafok	Náko'er Hain	STEFAN VON BITTÓ
"	Kéthely Prädium Sári	Feld: „szénáskert“	Graf EMEICH HUNYADI
"	"	"	"
"	"	Feld: „Kis szedres“	"
"	"	"	"
"	"	Feld: „nádszeg“	"
"	"	"	"
Zala	Balaton Ederics Fekete Kastély	Wiese: „Csalit“	EUGEN V. NEDECKZY
"	"	"	"
"	"	"	"
Vas (Eisenburg)	Répczelak	Boden entlang der Rabnitz	COLOMANN V. RADÓ
"	"	unterer Besitzteil	"
"	Csánig	Besitzung neben Klein-Raab, bei der Insel	"
"	"	Raab Meierei vom Ziegelschoppen	"
Sopron (Ödenburg)	Kapuvár	India Acker I	Fürst ESZTERHÁZY
"	"	"	"
"	"	Danító Acker 10	"

Tabelle II.

	Berechnet auf trockene Erde:				10 jährige Durchschnitts-	1893 er	Anmerkungen bezüglich der Düngung etc.
	Kalk	Mag-nesia	Kohlen-säure	SO <sub>3</sub> qualitativ	Ernte		
					pro Katastral-Joch		
Prozente							
Untergrund	0.57	0.88	—	—	—	—	Wie früher.
Ackerkrume	0.14	0.17	0.82	Spuren	Weizen 7 q	Weizen 8 q	
Untergrund	0.14	0.23	0.14	„	—	—	Kunstdünger wird nicht angewendet, noch Brachwirtschaft.
Ackerkrume	6.94	0.28	0.16	„	Weizen 7.8 q	Weizen 9.2 q	
Untergrund	0.37	0.16	0.14	„	—	—	
Ackerkrume	0.68	0.35	4.79	wenig	—	Futterrübe 120 q	
Untergrund	6.68	0.51	4.79	Spuren	—	—	
Ackerkrume	12.29	0.16	11.09	—	in Kornfrucht 12 q	?	Wird in neuerer Zeit mit Bewässerung und wenig Thomasschlacke gedüngt als Wiese verwendet.
Obergrund	0.97	0.08	1.13	—	—	—	
Untergrund	25.44	0.54	22.44	—	—	—	Kunst- und Kalkdünger wurden nie angewendet, keine Brache.
Ackerkrume	0.14	0.21	—	—	in Kornfrucht 6.7—8 q	?	
Ackerkrume	0.84	0.39	0.33	—	in Kornfrucht 7—8 q	?	
Ackerkrume	0.63	0.14	—	—	in Kornfrucht 6—7 q	?	
Ackerkrume	0.33	0.62	—	—	in Kornfrucht 6—7 q	?	
Ackerkrume	0.64	0.62	0.75	sehr wenig	Rübe 180 q	Rübe 150 q	Im Jahre 1890 mit Stallmist. Im Jahre 1891 gedüngt mit Stallmist. Die Menge des angewendeten Stalldüngers betrug pro Katastral-Joch 250 bis 300 q.
Untergrund	0.60	1.60	0.77	„	—	—	
Ackerkrume	0.51	0.29	0.35	„	Weizen 12 q	Weizen 16 q	

Tabelle III.

Komitat.	Gemeinde.	Ried.	Besitzer.
Sopron (Ödenburg)	Kapuvár	„Danitó“ Äcker 10	Fürst ESZTERHÁZY
„	„	Öntés Acker 35	„
„	„	„	„
„	Veszvény	Sirhegy	„
„	„	„	„
„	„	Gusztavhof	„
„	„	„	„
„	Csorna	Prädium Földsziget	„
„	„	„	„
Mosony (Wieselburg)	Nezsider (Neusiedel a. See)	Sauerbrunn	Im Besitze von Kleingrundbesitzern
„	„	„	„
„	„	Bergäcker	„
„	„	„	„
„	Szolnok (Zanegg)	Innere Schwemmacker	„
„	„	„	„
„	„	Heidacker	„
„	„	„	„

Tabelle III.

	Berechnet auf trockene Erde:				10jährige Durchschnitts-	1893er	Anmerkungen bezüglich der Düngung etc.
	Kalk	Magnesia	Kohlensäure	SO <sub>3</sub> qualitativ			
					Prozente		
Untergrund	0.85	0.78	0.48	—	—	—	Wie das frühere.
Ackerkrume	0.54	0.36	0.41	—	Weizen 11 q	Frühjahrsweizen 14 q	
Untergrund	0.46	1.36	0.21	—	—	—	Im Jahre 1893 mit Stallmist gedüngt.
Ackerkrume	0.47	0.18	0.19	—	in Kornfrucht 12.5 q	Weizen 18 q	
Untergrund	0.43	0.52	0.15	—	—	—	Im Jahre 1892 Stallmist.
Ackerkrume	1.29	0.19	0.20	ziemlich viel	in Kornfrucht 11.5 q	Hafer 11 q	
Untergrund	0.85	1.18	—	wenig	—	—	Neubruch vom Jahre 1892.
Ackerkrume	1.01	0.62	0.21	—	in Kornfrucht 11.3 q	Gerste 12 q	
Untergrund	4.82	0.18	3.68	—	—	—	Im Jahre 1890 Stallmist.
Ackerkrume	4.06	0.16	2.57	wenig	Weizen 18 Metzen	?	
Untergrund	5.04	1.68	2.15	„	—	—	Boden I. Klasse, jedes 3. Jahr Brache o. Stallmist.
Ackerkrume	0.83	0.09	0.48	Spuren	Gerste 6 Metzen	?	
Untergrund	0.18	0.08	0.09	„	—	—	Boden VIII. Klasse, jedes 3. Jahr Stallmist.
Ackerkrume	3.29	0.26	1.33	—	Weizen 11.4 q	?	
Untergrund	9.82	0.22	8.25	wenig	—	—	Kunstdünger wird nicht verwendet.
Ackerkrume	2.29	0.37	0.68	—	Weizen 11.4 q	?	
Untergrund	8.85	0.28	5.71	sehr wenig	—	—	

Die Menge des angewendeten Stallmistes betrug pro Katastral-Joch 250—300 q.

Tabelle IV.

Komitat.	Gemeinde.	Ried.	Besitzer.
Mosony (Wieselburg)	Mosony (Wieselburg)	Deutsche Lust	Im Besitze von Klein- Grundbesitzern
"	"	"	"
"	"	Unteres Fuchsen- Feld	"
"	"	"	"
"	"	Kálnokszeg	"
"	"	"	"
"	Püski	Besitzung des Kapitels	Raaber (Győr) Kapitel
"	"	"	"
"	"	Hirsensfelder	Römisch-katholische Pfarre
"	"	"	"
"	"	Hirsensfelder vom besten Teil	"
"	"	"	"
"	Lébeny-Szt. Miklós	Puszta-János-háza'er Wirtschaft	Graf FRIEDRICH WENCKHEIM
"	"	"	"
"	"	"	"
"	Zseli	Darnó'er Hutweide	Graf KARL KHUEN-HEDERVÁRY
"	"	"	"

Tabelle IV.

	Berechnet auf trockene Erde:				10jährige Durch-	1893er	Anmerkungen bezüglich der Düngung etc.	
	Kalk	Mag-nesia	Kalk-stoffe	SO <sub>3</sub> qualitativ	schnitts-	Ernte		
					Ernte			
Prozente				pro Katastral-Joch				
Ackerkrume	1.32	0.12	1.81	wenig	?	Gerste 16.5 q	Keine Brachwirtschaft, Kunstdünger wird nicht verwendet.	
Untergrund	0.86	0.36	2.03	„	—	—		
Ackerkrume	10.93	2.51	10.53	„	?	Weizen 15 q		
Untergrund	10.46	2.77	9.51	—	—	—		
Ackerkrume	11.08	2.63	10.89	ziemlich viel	?	Korn 15 q		
Untergrund	13.42	2.87	12.80	„	—	—		
Ackerkrume	8.55	1.15	9.83	wenig	?	?		
Untergrund	8.50	0.31	10.83	„	—	—		
Ackerkrume	7.78	0.60	10.09	Spuren	Giebt den 3—4fachen des angebauten Samens	—		Kunstdünger wird nicht verwendet.
Untergrund	8.00	1.53	8.28	—	—	—		
Ackerkrume	8.34	0.91	2.46	wenig	Der 12fache des angebauten Samens	Melonenfeld ?		
Untergrund	9.10	1.22	6.59	„	—	—	Brachwirtschaft, als Kunstdünger wurde Thomaschlacke verwendet.	
Ackerkrume	6.62	1.63	6.39	in zieml. Menge	Weizen 14 hl	Wicken ?		
Oberer Teil des Untergrundes	12.92	3.18	12.38	wenig	—	—		
Unterer Teil d. Untergrundes	11.30	1.78	16.83	sehr wenig	—	—		
Ackerkrume	2.73	3.09	10.57	wenig	10.7 q	in Halbfrucht 14 q	Kein Kunstdünger. Gründüngung.	
Untergrund	13.43	3.53	14.27	ziemlich viel	—	—		

Tabelle V.

Komitat.	Gemeinde.	Ried.	Besitzer.
Mosony (Wieselburg)	Lipót	Uj-Kut	Graf KARL KUHN- HEDERVÁRY
"	"	"	"
Győr (Raab)	Ásvány	Ráró-er Wirtschaft	Graf FRIEDRICH WENCKHEIM
"	"	"	"
"	Hédervár	Vámkerék	Graf KARL KUHN- HEDERVÁRY
"	"	"	"
Komárom (Comoru)	Duna-Almás	vom unteren Teile der Köpiteer Kalkwerke	Klosterneuburger Chorherren-Stift
"	"	Piritó I	"
"	"	Piritó II	"
"	"	Acker II von d. Ost- seite d. Totiserflusses	"
"	"	Sandiger Acker I	"
Esztergom (Gruu)	Nyergesujfalu	Meierei Szt. József Acker X	Fürstprimas von Ungarn
"	"	"	"
"	"	Meierei Cservölgy Acker VI	"
"	"	"	"
"	"	Puszta-Maróth Acker 5	"
"	"	"	"

**Tabelle V.**

	Berechnet auf trockene Erde:				10jährige Durchschnitts-	1893er	Anmerkungen bezüglich der Düngung etc.
	Kalk	Magnesia	Kalksumme	SO <sub>2</sub> qualitativ			
	Prozente				pro Katastral-Joch		
Ackerkrume	8.79	1.98	8.21	—	9.4 q	Hafer 10 q	} Wie früher.
Untergrund	9.27	3.05	9.79	—	—	—	
Ackerkrume	16.00	3.23	13.35	wenig	?	?	} Ernte ist sehr unsicher, leidet vom Grundwasser.
Untergrund	16.92	2.98	19.66	ziemlich viel	—	—	
Ackerkrume	9.87	3.81	10.15	Spuren	10.7 q	Mais 10.7 q	} Gründüngung, kein Kunstdünger.
Untergrund	11.87	2.09	12.27	—	—	—	
—	28.13	0.10	22.27	ziemlich viel	—	—	Ist kein Ackerboden.
Ackerkrume	3.30	0.46	2.79	wenig	?	Esparssette ?	} Keine Brachwirtschaft, wird weder Kunst- noch auch Kalkdünger verwendet.
Ackerkrume	13.99	0.95	12.66	Spuren	?	„	
Ackerkrume	0.24	0.13	0.30	„	?	Hirsengras ?	
Ackerkrume	1.61	0.76	0.97	sehr wenig	?	Korn ?	
Ackerkrume	0.55	0.18	1.28	—	In Kornfrucht 6 q	Esparssette ?	
Untergrund	6.52	2.98	6.69	—	—	—	
Ackerkrume	0.62	0.82	—	—	In Kornfrucht 8 q	Gerste ?	
Untergrund	0.41	0.37	0.27	—	—	—	
Ackerkrume	0.35	0.39	—	—	In Kornfrucht 8.7q	Weizen ?	
Untergrund	0.52	0.31	0.31	—	—	—	



Behufs Bestimmung der Feuchtigkeit wurden 10 g der zu untersuchenden Substanz bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Diese trat gewöhnlich nach 3—4 stündigem Trocknen ein.

Die Bestimmung der Kohlensäure geschah mit dem SCHEIBLER-FINKENER'schen Apparate; die Absorption der Kohlensäure durch die angewendete Salzsäure, ferner der Barometerstand und die Temperatur wurden bei Berechnung der Resultate berücksichtigt.

Die vorstehenden Tabellen zeigen das Resultat der Untersuchung mit den Ernteergebnissen, sowie mit den auf die Düngung Bezug habenden Daten ergänzt.

---

# Mitteilungen der Königlichen landwirtschaftlichen Versuchs-Station zu Möckern.

## I. Untersuchungen über den Nahrungs- und Energie-Bedarf volljähriger gemästeter Ochsen.

Ausgeführt unter Mitwirkung von Dr. W. ZIELSTORFF,  
Dr. F. HERING, Dr. R. EWERT, Dr. M. LEHMANN  
und Dr. K. WEDEMEYER.

Von

Dr. O. KELLNER (Ref.) und Dr. A. KÖHLER.

Schon vor längerer Zeit hat der Eine von uns Beobachtungen über diejenige Futtermenge mitgeteilt, welche man gemästeten Schafen zu reichen hat, um dieselben auf ihrem Körpergewicht zu erhalten. Bei einem ersten Versuch<sup>1)</sup> mit 2 zweijährigen gemästeten Hammeln der württembergischen Bastardrasse, deren Lebendgewicht 56.5 bzw. 49.75 kg betrug, erhielten diese Tiere täglich pro Kopf 1.25 kg mittelgutes Wiesenheu und wogen, nachdem sie 75 Tage in dieser Weise ernährt worden waren,<sup>2)</sup> noch 54.0 bzw. 51.5 kg; die Lebendgewichtsveränderung war daher sehr unbedeutend, und auch die Schlachtergebnisse zeigten, dass die Tiere fett geblieben waren.

Ein zweiter Versuch<sup>3)</sup> war mit 24 gemästeten Schafen ausgeführt worden, mit welchen die Gutswirtschaft zu Hohenheim eine Mastviehausstellung beschiedt hatte. Bei der Mästung waren diese Tiere in 7 Abteilungen gesondert behandelt worden. Es bestand die Abteilung:

<sup>1)</sup> Landw. Presse 8. Jahrgang, 1881, No. 52, S. 313.

<sup>2)</sup> Nur in der Zeit vom 20.—24. Mai, während die Tiere sich auf einer Ausstellung befanden, waren sie etwas reichlicher gefüttert worden.

<sup>3)</sup> Landw. Presse 8. Jahrgang, 1881, No. 72, S. 433.

a—c) aus je 4 Hammeln im Alter von 1 Jahr 3 Monaten, welche während der Mästung pro Kopf um 16.3, 18.1 bzw. 15.2 kg zugenommen hatten;

d) aus 4 zweijährigen Geltschafen, deren Lebendgewicht sich bei der Mästung pro Kopf um 14.8 kg vermehrt hatte;

e) aus 3 dreijährigen Geltschafen, deren Körpergewichtszunahme bei der Mast ebenfalls 14.8 kg pro Kopf betragen hatte;

f) aus 3 vierjährigen Geltschafen, die bei der Mast pro Kopf um 15.7 kg zugenommen hatten, und

g) aus 2 vierjährigen Geltschafen die ihr Lebendgewicht bei der Mast pro Kopf um 13.3 kg vermehrt hatten.

Die Abteilungen a bis f gehörten der württembergischen Bastardrasse an, die Abteilung g bestand aus Deutsch-South-downs. Nachdem die Mästung am 16. Mai 1881 beendet war, wurden die Tiere in der Zeit vom 20.—23. Mai in Stuttgart ausgestellt. Nach dieser Zeit waren sie in einen sehr geräumigen Stall gebracht worden, der ihnen die freieste Bewegung gestattete. Dort erhielten sie täglich pro Kopf ca. 2 kg Grummet und anfänglich 0.25 kg Hafer, welches Quantum allmählich verringert wurde. Am 3. Juni begann der Versuch.

Die Schafe wurden hierzu in kleine Einzelställe von ca. 1 m Länge und 0.8 m Breite gebracht, welche aus Raufen und Hürden zusammengekoppelt waren. Pro Tag und Kopf wurde in den ersten 4 Wochen 1.25 kg Grummet gefüttert, nur die Abteilung g erhielt 1.5 kg. Nach dieser Zeit wurde der Grummet durch frisch eingebrachtes, noch nicht lagerreif gewordenen, geringwertiges Heu ersetzt und hiervon pro Kopf ohne Unterschied 1.5 kg verabreicht. Nach dreiwöchentlicher Fütterung mit diesem Heu versagten die Schafe fast sämtlich die Aufnahme desselben. Es wurde deshalb sofort eine andere, etwas bessere Heusorte in gleicher Menge vorgelegt und alsbald vollständig verzehrt. Ausser diesem Heu, das nunmehr gleichmässig fortgefüttert wurde, erhielten die Tiere während des ganzen Versuchs über Nacht noch etwas Streustroh vorgelegt, von welchem sie jedoch nur sehr unbedeutende Mengen verzehrten. Tränkwasser wurde täglich zweimal, Kochsalz wöchentlich zweimal gegeben. Gleich nach Beginn des Versuchs wurden 4 Tiere geschlachtet und die einzelnen Schlachtstücke gewogen. In der Zeit vom 5.—17. August, also nach 2—2 1/2 monatlicher Verabreichung des Erhaltungsfutters wurden die übrigen 20 Schafe ebenfalls geschlachtet und

das Schlachtgewicht der einzelnen Teile ermittelt. Die Ergebnisse dieser Wägungen sind in der nachstehenden Tabelle I enthalten.

Tabelle I.

Abteilung.	Lebendgewicht in kg		Dauer des Versuchs. Tage	Lebendgewicht vor dem Schlachten kg	In Prozenten des Lebendgewichts	
	am Schluss der Mast (16. Mai).	bei Beginn des Versuchs (4. Juni).			4 Viertel inkl. Nieren und Fett %	Losertalg (Nieren-, Netz- und Darmfett) %

A. Bei Beginn des Versuchs geschlachtet.

a) Hammel	58.0	55.5	7	55.5	48.5	6.2
b) "	57.5	57.5	20	57.0	49.8	5.4
c) "	53.5	53.5	7	53.5	49.3	4.2
f) Geltschaf	66.0	67.0	20	64.0	53.2	11.8

B. Am Schluss des Versuchs geschlachtet.

a) Hammel	46.0	47.0	66	48.0	49.9	5.1
"	49.5	48.5	70	50.5	47.3	5.9
"	57.5	56.0	75	59.5	46.1	5.0
b) Hammel	59.5	57.5	66	57.5	48.9	6.8
"	49.0	48.5	75	49.5	49.4	6.0
"	57.0	54.5	70	53.0	47.6	6.7
c) Hammel	56.0	56.0	66	56.5	45.1	4.0
"	48.5	48.0	75	50.0	43.4	4.3
"	51.5	50.0	70	51.5	45.6	5.0
d) Geltschaf	62.5	60.0	66	61.5	55.1	8.1
"	61.0	61.0	66	59.0	56.1	10.4
"	63.0	62.5	75	62.0	54.9	12.0
"	61.5	60.0	63	58.5	50.7	6.8
e) desgleichen	60.0	59.5	75	59.0	56.6	13.8
"	59.0	58.0	70	57.5	54.2	12.0
"	66.5	65.0	68	64.0	54.5	11.3
f) desgleichen	71.5	67.0	66	68.0	52.7	11.4
"	65.5	65.0	70	65.5	52.1	10.0
g) desgleichen	63.0	63.5	70	63.0	57.5	12.2
"	75.5	73.0	66	72.5	54.7	11.4

Für das gesamte Lebendgewicht der Hammel und Geltschafe berechnen sich hieraus folgende Zahlen:

	am Schluss der Mastung	zu Beginn des Versuchs	am Schluss des Versuchs
9 Hammel . . . .	474.5 kg	466.0 kg	476.0 kg
11 Geltschafe . . . .	709.0 "	694.5 "	690.5 "
			17*

Die 9 Hammel hatten also während des 70tägigen Versuchs zusammen um 10.0 kg zu-, die Geltschafe dagegen um 4.0 kg abgenommen; die Lebendgewichtsveränderungen waren somit sehr geringfügig.

Um den Mastzustand der Tiere am Schluss des Versuchs beurteilen zu können, sei hier angeführt, dass nach E. VON WOLFF für gemästete Schafe, die eben den ausgewachsenen Zustand erreicht haben, das Schlachtgewicht und der „lose Talg“ sich in Prozenten des Lebendgewichts auf folgende Zahlen stellt:

	für halbfette	fette	sehr fette Tiere
Schlachtgewicht inkl. Nieren und Nierenfett	49.4 %	52.8 %	57.1 %
Losser Talg (Nieren-, Netz- und Darmfett)	7.3 „	10.4 „	12.4 „

Wenn man diese Werte mit denen vergleicht, welche mit den vor Beginn des Versuchs geschlachteten Tieren erhalten wurden, so erkennt man, dass die Hammel noch nicht vollständig gemästet waren und höchstens das Prädikat „halbfett“ verdienten. Bei Tieren, welche, wie die des Versuchs, in sehr frühem Alter zur Mast aufgestellt werden, gelingt es bekanntlich nur unter Anwendung ganz besonders schmackhafter Futtermittel mit grossem Aufwande, eine hochfette Schlachtware zu erzeugen. In dem halbfetten Zustande aber, in welchem die Tiere in den Versuch kamen, blieben sie auch, wie die Schlachtergebnisse erweisen, erhalten. — Die Mutterschafe, welche vor und nach dem Versuch geschlachtete wurden, verdienen mit nur zwei Ausnahmen teils das Prädikat „fett“, grösstenteils aber, insbesondere die Abteilungen e, f und g, die Bezeichnung „sehr fett“. Man muss hierbei nur berücksichtigen, dass weibliche Tiere an sich stets ein geringeres Schlachtgewicht liefern, als männliche, und dass hierbei noch das Alter von einem gewissen Zeitpunkte ab einen Einfluss im ungünstigen Sinne ausübt. Ein Teil der Schafe wies nach der 70tägigen Ernährung mit Erhaltungsfutter noch die sehr beträchtliche Menge von 7—8.5 kg losem Talg an den Nieren, Därmen und am Netz auf. Man darf es mithin als sehr wahrscheinlich bezeichnen, dass volljährige Schafe sich im Mastzustande erhalten lassen, wenn man ihnen blosses Erhaltungsfutter reicht und sie, wie es in den vorliegenden Untersuchungen geschehen ist, an lebhaften Bewegungen hindert und vor Beunruhigungen schützt.

Anschliessend an diese Beobachtungen hat später O. VOSSLER in Hohenheim mit Mastochsen Versuche in gleicher Richtung ausgeführt.<sup>1)</sup> Vier sorgfältig ausgewählte Ochsen erhielten in der Zeit vom 2. Januar bis 5. Mai 1882 Mastfutter und veränderten hierbei ihr Lebendgewicht in der folgenden Weise:

	Ochse No. 3	8	12	14
Anfangsgewicht . . .	745 kg	806 kg	820 kg	770 kg
Endgewicht . . .	916 "	932 "	930 "	925 "

Vom 5.—15. Mai wurden zwei dieser Tiere allmählich vom Mastfutter entwöhnt und erhielten darauf während des 47tägigen Versuchs, bis zum 30. Juni, Wiesenheu mittlerer Güte ad libitum, von welchem sie pro Tag und Stück 18.6 kg mit 8.815 kg verdaulicher organischer Substanz, oder pro 1000 kg Lebendgewicht 9.50 kg verdauliche Substanz (Nährstoffverhältnis 1:8) verzehrten. Bei dieser Fütterung nahm das Gewicht der beiden Tiere noch etwas zu, indem sie am 15. Mai (No. 12) 945 und (No. 14) 947 kg, am Schluss des Versuchs 972 bezw. 962 kg wogen.

Zwei der Tiere (3 und 8) waren nach Beendigung der Mästung, die beiden anderen am Schlusse des Versuchs geschlachtet worden. Die hierbei vorgenommenen Wägungen liessen folgenden Mästungsgrad erkennen:

	Ochse	In Prozenten des Lebendgewichts				Nach E. v. WOLFF	
		3	8	12	14	halbfett	fett
4 Viertel mit Nieren und Nierentalg . . .	55.64	56.84	57.48	59.08	55.70	60.30	
Fett von Netz, Darm und Herz . . . . .	8.20	9.00	6.59	5.31	2.90	4.50	

Hiernach sind die unmittelbar nach der Mästung geschlachteten Tiere No. 3 und 8 als „halbfett“, von den beiden anderen, welche 47 Tage lang nur mit Heu ernährt worden waren, No. 12 ebenfalls als halbfett, No. 14 als fett zu bezeichnen.

Wenn nun auch alle diese Versuche und Beobachtungen die Möglichkeit andeuten, gemästete Tiere mit Hilfe von Rationen, die nur dem Erhaltungsfutter entsprechen, auf dem ursprünglichen Körpergewicht zu erhalten, so liefern sie ihrer Natur nach noch

<sup>1)</sup> Württembergisches Wochenblatt für Landwirtschaft 1882, No. 48, S. 479; nach BIEDERMANN'S Centralbl. für Agrikulturchemie 12. Jahrg. 1883, S. 612.

keinen sicheren Beweis dafür, dass der Ersatz des Mastfutters durch Erhaltungsfutter nicht dennoch einen Verlust an Fleisch oder Fett bedingt. Ein fettreicher Körper ist bekanntlich wesentlich wasserärmer als ein magerer. Verschwindet infolge unzulänglicher Ernährung ein Teil des Fettes, so tritt Wasser an die Stelle desselben, ohne dass das Lebendgewicht der Tiere oder das prozentische Gewichtsverhältnis der einzelnen Teile des Körpers dies sofort erkennen lässt. Sicherheit ist hier nur zu erreichen, wenn man bei Versuchen, wie sie im Vorhergehenden kurz skizziert wurden, sämtliche Einnahmen und Ausgaben an Stickstoff und Kohlenstoff ermittelt.

Bei der Wichtigkeit, welche die Frage nach der zur Erhaltung gemästeter Tiere erforderlichen Nährstoffmenge nicht bloß für den Landwirt, sondern auch für die Erforschung der Nährwirkung des Mastfutters in verschiedenen Perioden der Mästung besitzt, haben wir es in der letzten Zeit unternommen, den Stoffumsatz gemästeter Tiere unter Benutzung eines Respirationsapparates zu ermitteln und dabei auch den Energiebedarf der Tiere festzustellen.

Bei der Ausführung dieser Arbeiten hielten wir uns streng an die an der hiesigen Anstalt seit 1881 erprobten Methoden. Da die Versuchstiere schon während der Mästung zu Versuchen gedient hatten, so waren sie an die Stalleinrichtung, insbesondere an den Aufenthalt in den streulosen Ständen und im Stallkasten des Respirationsapparates, sowie an die Vorrichtungen zur quantitativen Ansammlung des Harns gewöhnt. Nachdem sie etwa eine Woche lang mit der für den Versuch in Aussicht genommenen Ration gefüttert worden waren, erhielten sie 5 Tage vor Beginn der Untersuchungen Futter von bekanntem Trockensubstanzgehalt. Die einzelnen Versuche mit jedem Tier dauerten 15 bzw. 16 Tage, während welcher Zeit der Kot stets nach je 12, der Harn immer nach je 24 Stunden untersucht und die gasförmigen Ausscheidungen (Kohlensäure und Methan) je 4 bzw. 5 mal während eines genau 24 Stunden währenden Zeitraumes festgestellt wurden. Die zugewogenen Rationen wurden stets bis auf geringe Reste verzehrt, Verluste an Harn oder Vermischung desselben mit Kot kamen nicht vor; der Respirationsapparat funktionierte tadellos, worüber die noch anzuführenden Versuche mit Kerzen Aufschluss geben werden. Im allgemeinen dürften daher die Untersuchungen, bei der

längeren Dauer derselben und der mehrfachen Kontrolle jeder einzelnen Bestimmung beweiskräftige Unterlagen für die Beantwortung unserer Frage geliefert haben.

### Beschreibung der einzelnen Versuche. Futterverzehr. Standkorrektur.

#### 1. Versuch mit dem Ochsen I.

Zu diesem Versuch diente ein Ochse (Kreuzung zwischen sog. bayerischem Landvieh und Simmenthalern), welcher im August 1895 angekauft und zunächst auf Erhaltungsfutter gestellt worden war. Im Durchschnitt von 3, den 4.—6. Oktober desselben Jahres vorgenommenen Wägungen betrug sein Lebendgewicht bei dieser Ernährung 600,5 kg. Darauf diente derselbe bis Mitte Mai 1896 zu anderen Versuchen und wog am Schluss desselben 748,0 kg. Vom Mai bis zum 13. August erhielt der Ochse schwaches Produktionsfutter, vom letztgenannten Datum an kräftigeres Mastfutter, bestehend aus 5 kg Wiesenheu, 3 $\frac{1}{2}$  kg Weizenkleie, 2 kg Erdnussmehl und 2 kg Reiskleie. Vom 29. September an wurde das Mastfutter allmählich entzogen, indem man die Wiesenheuration auf 9 kg brachte, was am 3. Oktober erreicht war. Die täglichen Wägungen des Tieres bei ausschliesslicher Ernährung mit 9 kg Wiesenheu lieferten folgende Zahlen:

am	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12. Oktober
	756	761	757,5	756,5	756	751	756,5	757,5	754,5 kg

Vom 9. Oktober an wurde der Trockensubstanzgehalt des Wiesenheues bestimmt und am 13. mit dem eigentlichen Versuch begonnen, welcher bis zum 27. Oktober dauerte. Während dieses Zeitraums wurde das Tier fünfmal, am 13., 16., 20., 23. und 27. Oktober behufs Bestimmung der gasförmigen Ausscheidungen, jedesmal genau 24 Stunden, in dem Respirationsschlauch aufgestellt. Hier zeigte das Tier, ebenso wie auf seinem gewöhnlichen Stande nicht die geringste Unruhe. Es verzehrte das Futter bis auf kleine Reste, die stets in die Krippe zurückgegeben wurden, nachdem man sie bei niedriger Temperatur etwas getrocknet hatte; über die Gewichtsmenge derselben giebt die Tabelle III (Anhang) Auskunft. In liegender Stellung verbrachte der Ochse während der einzelnen Respirationstage 5 Std. 43 Min., 6 Std. 28 Min., 7 Std. 10 Min., 8 Std. 54 Min.



und 11 Std. 5 Min. Am Schluss der vorbereitenden Fütterung, am 13. Oktober früh fand sich in der Krippe ein Futterrest von 13 g, am Schluss des Versuchs ein solcher von 146.4 g; aus der Differenz dieser beiden Zahlen berechnet sich, dass von dem zugewogenen Wiesenheu täglich 8 g Trockensubstanz unverzehrt blieben, welches Quantum bei den weiter folgenden Berechnungen in Abzug gebracht worden ist.

Zugewogen wurden täglich 9 kg Wiesenheu mit 87.90% = 7.311 kg Trockensubstanz, von denen der Futterrest von 8 g abzuziehen ist. Demnach verzehrte das Tier täglich 7.303 g Trockensubstanz.

Von dem Stande des Tieres wurde der anhaftende Kot durch sorgfältiges Abwaschen gesammelt und getrocknet; die Menge desselben war folgende:

Im Respirationsapparat:

Am 13. Oktober	41.7 g	lufttrocken	mit 91.29%	= 38.1 g	Trockensubstanz.
" 16. "	41.3 "	" "	" 90.99 "	= 37.6 "	" "
" 20. "	19.4 "	" "	" 90.81 "	= 17.6 "	" "
" 25. "	21.9 "	" "	" 91.05 "	= 19.9 "	" "
" 27. "	72.3 "	" "	" 91.53 "	= 66.2 "	" "

In 5 Tagen 179.4 g Trockensubstanz.

Aus dem Stande im Stall

in 10 Tagen 254.0 g lufttrocken mit 91.47% = 232.3 " "

In 15 Tagen 411.7 g Trockensubstanz.

Mithin pro Tag (Standkorrektion) 27 " "

## 2. Versuch mit dem Ochsen II.

Das Tier, welches bei diesen Untersuchungen benützt wurde, hatte schon im Herbst 1895 zu Versuchen über den Stoff- und Energieumsatz gedient<sup>1)</sup> und war von gleicher Abstammung wie der Ochse No. I. Im Winter und Frühjahr 1895/96 waren mit ihm Versuche mit Produktionsfutter angestellt worden, wobei sein Lebendgewicht von 611.5 auf 672.3 kg gestiegen war. Vom Mai bis 13. August 1896 erhielt er schwächere Rationen, darauf aber dasselbe Mastfutter wie der Ochse I. Die täglichen Wägungen am Schluss der Mastung ergaben

am 17.	18.	19.	20.	21.	22. Oktober
764 kg	769 kg	764.5 kg	760.5 kg	756 kg	751.5 kg.

<sup>1)</sup> Landw. Vers.-Stationen, 47. Bd. 1896, S. 275 ff. Das Versuchstier ist a. a. O. als Ochse B bezeichnet.

Vom 23. Oktober an erhielt das Tier die Versuchsration bestehend aus 6 kg Wiesenheu II, 3 kg Roggenkleie II und 40 g Kochsalz welche es, ohne Rückstand zu lassen, verzehrte. Sein Gewicht betrug

am	23.	24.	25.	26.	27.	28. Oktober
	756 kg	751 kg	756 kg	756 kg	756 kg	753.5 kg.

Nachdem schon vom 24. an der Trockensubstanzgehalt der Futtermittel bestimmt worden war, wurde mit der engeren Versuchsperiode am 29. Oktober begonnen und dieselbe am 13. März, nach 16 tägiger Dauer, beendet.

Während der 5 Tage, an denen die Kohlenstoffausscheidung im Respirationsapparat ermittelt wurde, am 29. Oktober, 1., 6., 10. und 13. November, legte sich das Tier weniger zur Ruhe nieder, als während seines sonstigen Aufenthaltes im Stall; am 1. Respirationstage, an welchem sich das Tier etwas beunruhigt zeigte, lag es nur 4 Std. 36 Min., am 2. 1 Std. 55 Min. am 3. 3 Std. 35 Min., am 4. 4 Std. 8 Min. und am 5. 6 Std. 36 Min. Das Futter wurde zumeist rasch und vollständig verzehrt, nur an einzelnen Tagen verblieben kleine, aus Wiesenheu bestehende Rückstände, welche im lufttrocknen Zustande am 29. Oktober 100 g, am 6. November 32 g, am 10. November 19 g und am 12. und 13. November 26 bzw. 18.5 g betrug. Da diese Futterreste bei der nächsten Mahlzeit stets mit verzehrt wurden und, während der vorbereitenden Versuchsperiode das Futter überhaupt vollständig aufgenommen worden war, so ist von dem gesamten zugewogenen Heu (96 kg) nur der zuletzt gebliebene kleine Heurest von 18.59, entsprechend 16 g Trockensubstanz in Abzug zu bringen. Der Versuch verlief im Übrigen ohne jede Störung.

Der Futtermittelverzehr berechnet sich, wie folgt:

29. X.—13. XI.	96 kg Wiesenheu II mit 86.63 %	= 83.168 kg Trockensubstanz.
	Futterrest 0.016 „ „	
	verzehrt	83.152 kg Trockensubstanz
29. X.—2. XI.	15 kg Roggenkleie II mit 87.61 %	= 13.142 „ „
3.—7. XI.	15 „ „ „ 87.18 „	= 13.077 „ „
8.—13. XI.	18 „ „ „ 87.28 „	= 15.710 „ „
	In 16 Tagen	41.929 kg Trockensubstanz
	An Trockensubstanz verzehrt pro Tag	5.197 „ Wiesenheu II
		2.621 „ Roggenkleie II.

Die in dem Stallkasten des Respirationsapparates und am Boden des Standes im Stall haften gebliebenen Kotmengen, welche beim Abwaschen gesammelt wurden, betragen:

An den 5 Resp.-Tagen				
zusammen . . . . .	342.1 g	lufttr. Subst. mit 92.52%	=	316.5 g Tr.-S.
Aus dem Stande des				
Stalles (11 Tage) . . . . .	486.0 "	" " " " 86.70%	=	421.4 " "
In 16 Tagen . . . . .				737.9 g "
Pro Tag (Standkorrektion) . . . . .				46 "

### 3. Versuch mit dem Ochsen III.

Das Tier, welches zu diesem Versuch diente, eine Kreuzung zwischen Simmenthaler und bayrischem Landschlage, war Ende August 1896 angekauft und zunächst mit Wiesenheu gefüttert worden. Das Gewicht desselben betrug, wie durch tägliche Wägungen vom 20.—25. September ermittelt wurde, 650 kg. Von der Mitte des Dezember bis Ende Mai 1897 wurde es zu anderen Versuchen benützt, während welcher es sein Lebendgewicht auf 770.3 kg erhöhte. Darauf erhielt es bis Anfang September schwächeres Produktionsfutter, von da ab Mastfutter, bestehend aus 6 kg Wiesenheu, 5 kg Trockenschnitzeln und 2 $\frac{1}{2}$  kg Roggenkleie. Vom 2. Oktober an wurde das Mastfutter wieder langsam entzogen und durch die Versuchsration, bestehend aus 6 kg Wiesenheu V, 5 kg Melasseschnitzel und 1 kg Roggenkleie III ersetzt, welche vom 9. Oktober an verabreicht wurde. Das Lebendgewicht des Tieres stellte sich darnach auf folgende Zahlen:

am 14.	15.	16.	17.	18. Oktober
859.5 kg	860 kg	860 kg	857.5 kg	858.5 kg.

Am 19. Oktober wurde mit der 15tägigen engeren Versuchsperiode begonnen. Dieselbe verlief ohne jede Störung, nur konnten wegen des Ersatzes einiger Maschinenteile an dem zum Betrieb des Respirationsapparates dienenden Gasmotor nicht an 5, sondern nur an 4 Tagen die gasförmigen Ausscheidungen ermittelt werden. Im Stallkasten des Respirationsapparates verhielt sich das Tier vollkommen ruhig, es verbrachte bei dem 1. Versuch 7 Std. 4 Min., am 2. 11 Std. 48 Min., am 3. 10 Std. 51 Min. und am 4. 11 Std. 28 Min., also eine reichlich lange Zeit in liegender Stellung. Das Futter wurde stets regelmässig und vollständig verzehrt, nur an den Respirationstagen verblieben kleine, aus Heu bestehende Rückstände, deren Gewicht im luft-

trocknen Zustande, 61.5, 37, 49 und 48 g betrug, welche aber bei der nachfolgenden Mahlzeit stets mit verzehrt wurden. Von dem gesamten Futtermittelverzehr sind demnach nur die Reste des letzten Tages (2. Nov.) in der Höhe von 45 g in Abzug zu bringen.

Von den einzelnen Futtermitteln wurde dem Tiere zuge-  
wogen:

Vom 19. X.— 2. XI. 90 kg Wiesenheu V mit 86.36 %	= 77.725 kg Trockensubst.
Futterrest am 2. XI. . . . .	0.045 „ „
Verzehrt in 15 Tagen . . . . .	77.680 kg „ „
Vom 19. X.—23. X. 25 kg Melasseschnitz. mit 86.61%	= 21.652 „ „
„ 24. X.—28. X. 25 „ „ „	86.56 „ = 21.640 „ „
„ 29. X.— 2. XI. 25 „ „ „	86.50 „ = 21.625 „ „
Verzehrt in 15 Tagen . . . . .	64.917 kg „ „
„ 19. X.—23. X. 5 kg Roggenkleie III mit 86.71%	= 4.335 „ „
„ 24. X.—28. X. 5 „ „ „	86.58 „ = 4.329 „ „
„ 29. X.— 2. XI. 5 „ „ „	86.56 „ = 4.328 „ „
Verzehrt in 15 Tagen . . . . .	12.992 kg „ „
In 24 Stunden wurden an Trockensubstanz verzehrt:	
5.179 kg Wiesenheu V,	
4.328 „ Melasseschnitzel,	
0.866 „ Roggenkleie III.	

An Kot war an den Versuchsständen haften geblieben und durch Abwaschen gesammelt worden:

Aus dem Stallkasten des Resp.-Apparates	
in 4 Tagen 177 g lufttrockener Kot mit 91.40 %	= 161.8 g Trockensubstanz,
aus dem Stände des Stalles in 11 Tagen	
380 g lufttrockener Kot mit . . . . .	93.10 „ = 353.8 „ „
In 15 Tagen . . . . .	515.6 g „ „
Pro Tag (Standkorrektion)	34 „ „

Eine Zusammenstellung der Beobachtungen über die Stalltemperatur, die Lebendgewichtsveränderungen, den Tränk-  
wasserkonsum und die KOTAusscheidung findet sich in der  
Tabelle III im Anfang.

### Die Ausnützung des Futters.

Die chemische Untersuchung des Futters und Kotes lieferte  
folgende, auf Trockensubstanz berechnete Zahlen:

	Wiesen- heu II	Wiesen- heu V	Roggen- kleie II	Roggen- kleie III	Melasse- schnitzel	Darmkot		
						Ochse I	Ochse II	Ochse III
Rohprotein . . .	9.36	9.27	20.60	20.47	10.78	10.89	12.49	13.99
Stickstofffreie								
Extraktstoffe .	52.05	46.83	65.20	63.75	66.05	46.28	45.91	42.51

	Wiesen- heu II	Wiesen- heu V	Roggen- kleie II	Roggen- kleie III	Melasse- schnitzel	Darmkot		
						Ochse I	Ochse II	Ochse III
Rohfett . . . . .	2.10	2.08	3.97	3.91	0.67	2.75	2.95	3.56
Rohfaser . . . . .	29.81	34.58	5.29	7.55	15.73	29.01	26.64	26.74
Asche (C = und CO <sub>2</sub> = frei) . . . . .	6.68	7.24	4.94	4.32	6.77	11.07	12.01	13.20
Kohlenstoff . . . . .	46.58	46.04	46.90	47.02	43.93	47.98	47.59	46.11
Gesamtstickstoff . . . . .	1.498	1.483	3.296	3.275	1.725	1.742	1.998	2.239
Nicht-Eiweiss- stickstoff . . . . .	0.216	0.202	0.596	0.338	0.636	—	—	—
Reinprotein . . . . .	8.01	8.01	16.87	18.36	6.81	—	—	—

In dem Kote der Versuchstiere fanden sich hier, wie in allen übrigen bis jetzt von uns untersuchten Fällen, geringe Mengen von Stickstoffverbindungen vor, welche beim Trocknen des Kotes bei einer Temperatur von 65—75° C. entwichen. Destilliert man frisch ausgeschiedenen Kot mit Wasser, so gehen bereits geringe Mengen von Ammoniak über, welche indessen nicht ausreichen, den Verlust an Stickstoff durch Trocknen zu decken, sondern höchstens die Hälfte des auf letzterem Wege entweichenden Stickstoffs betragen. Auch durch Destillation mit in Wasser verteilter gebrannter Magnesia gelingt es, Ammoniak aus dem Kote auszutreiben; die Ammoniakentwicklung hält hierbei stundenlang an, erreicht aber ebenfalls nicht die Höhe des durch Trocknen herbeigeführten Verlustes. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass der Kot ausser kleinen Mengen von Ammonverbindungen noch andere stickstoffhaltige Körper, worunter vielleicht oder sogar wahrscheinlich Harnstoff, enthält, welche sich bei längerer Einwirkung der vorerwähnten höheren Temperatur zersetzen. Bei der Berechnung der Futterausnützung durch die Tiere darf man diese Stickstoffverluste mit Recht ausser acht lassen; denn dieselben rühren jedenfalls nicht von unverdauten Futterbestandteilen her, sondern sind eher den Stoffwechselprodukten zuzuzählen, die, gäbe es eine einfache Methode zu ihrer Bestimmung, bei der Berechnung der Verdaulichkeit des Futters ohnehin von den Stickstoffverbindungen des Kotes in Abzug gebracht werden müssten. Bei Untersuchungen hingegen, die auf die Aufstellung der Stickstoffbilanz abzielen, müssen die infolge des Trocknens entstehenden Stickstoffverluste, welche, wie wir bei späterer Gelegenheit zu zeigen uns vorbehalten, bei wasserreichem Futter bis über 10% des gesamten Kotstickstoffs betragen, ebenso unbedingt der Menge nach bestimmt und in Rechnung gestellt werden.

Wir ermitteln bei unseren Versuchen daher stets an einer grösseren Zahl von Versuchstagen den Stickstoff sowohl im frischen, wie im getrockneten Kot und sind dann in der Lage, die Verluste durch Trocknen für die ganze Versuchsperiode berechnen zu können. Um das vorzuführen Zahlenmaterial nicht allzusehr zu häufen, wollen wir hier nur diejenigen Einzeluntersuchungen anführen, welche wir mit dem Kote des Ochsen III ausgeführt haben. Im Durchschnitt von je 3 Bestimmungen wurde, auf lufttrockene Substanz von gleichem Wassergehalt berechnet, an 5 einzelnen Versuchstagen gefunden:

	Im frischen Kot	Im getrockneten Kot
1. Tag	1.943 % N	1.871 % N
2. "	2.150 " "	1.992 " "
3. "	2.161 " "	1.998 " "
4. "	2.299 " "	2.132 " "
5. "	2.126 " "	1.970 " "
Summe:	10.679 % N	9.963 % N.

Auf 9.963 g Stickstoff, der im getrockneten Kot vorhanden war, sind in Wirklichkeit im frischen Kot 10.679 g enthalten gewesen. Auf je 100 g im getrockneten Kot ermittelten Stickstoff sind somit infolge des Trocknens 7.19 g in Verlust geraten. Auf die tägliche Ausscheidung von 73.39 g bezogen, beträgt daher der Verlust 5.28 g.

Bei den Ochsen I und II berechnet sich, in gleicher Weise ermittelt, die Menge des entwichenen Stickstoffs auf 2.98 bzw. 2.84 g, welche Beträge bei den weiter unten folgenden Aufstellungen der Stickstoff- und Energie-Bilanz berücksichtigt worden sind.

Mit Hilfe der nunmehr gewonnenen Daten berechnet sich die Nährstoffzufuhr in den drei Versuchen, wie folgt:

(Siehe Tabelle II, Seite 258.)

An verdaulichen Nährstoffen war somit in den drei Versuchsrationen enthalten:

	Ochse I	Ochse II	Ochse III
Lebendgewicht . . . . .	748 kg	750.1 kg	858 kg.
Pro Tag und Kopf.			
	kg	kg	kg
Rohprotein . . . . .	0.342	0.696	0.665
Stickstofffreie Nährstoffe inkl. Fett	3.777	4.515	6.235
Nährstoffverhältnis . . . . .	1 : 11	1 : 6.5	1 : 9.4
Reinprotein . . . . .	0.347	0.667	0.587

Tabelle II.

	Trocken- substanz	Or- ganische Substanz	Boh- protein	Stickstoff- freie Ex- traktstoffe	Fett (Äther- extrakt)	Rohfaser	Rein- protein	Nicht-äther- artige Stick- stoff- verbindungen	
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
<b>I. Versuch, Ochse I.</b>									
Verzehr: 9 kg Wiesenheu II . . .	7.303	6.815	0.684	3.801	0.153	2.177	0.585	0.099	
Im Kot . . . . .	3.139	2.792	0.342	1.453	0.086	0.911	0.238	—	
Verdant . . . . .	4.164	4.023	0.342	2.348	0.067	1.266	0.347	0.099	
„ in 0/0 der Einzelbestandteile	57.0	59.0	50.0	61.8	43.8	58.2	57.3	100	
<b>II. Versuch, Ochse II.</b>									
Verzehr: 6 kg Wiesenheu II . . .	5.197	4.850	0.486	2.705	0.109	1.549	0.416	0.070	
„ 3 „ Roggenkleie II . . .	2.621	2.492	0.540	1.709	0.104	0.139	0.442	0.098	
Gesamtverzehr . . . . .	7.818	7.342	1.026	4.414	0.213	1.688	0.858	0.168	
Im Kot . . . . .	2.641	2.324	0.330	1.212	0.078	0.704	0.201	—	
Verdant im Ganzen . . . . .	5.177	5.018	0.696	3.202	0.135	0.984	0.657	0.168	
„ vom Wiesenheu (Ochse I) . .	2.962	2.862	0.243	1.672	0.048	0.902	0.288	0.070	
„ von der Roggenkleie . . . .	2.215	2.156	0.453	1.530	0.087	0.082	0.419	0.098	
Desgl. in 0/0 der Einzelbestandteile	84.5	86.5	83.9	89.5	83.7	59.0	94.8	100	
<b>III. Versuch, Ochse III.</b>									
Verzehr: 6 kg Wiesenheu V . . .	5.179	4.805	0.480	2.425	0.108	1.791	0.415	0.065	
„ 5 „ Melasseschnitzel . . .	4.328	4.035	0.467	2.859	0.099	0.681	0.295	0.172	
„ 1 „ Roggenkleie III . . .	0.866	0.829	0.177	0.552	0.034	0.065	0.159	0.018	
Gesamtverzehr . . . . .	10.373	9.669	1.124	5.836	0.171	2.537	0.869	0.255	
Im Kot . . . . .	3.278	2.845	0.459	1.393	0.117	0.877	0.282	—	
Verdant im Ganzen . . . . .	7.095	6.824	0.665	4.443	0.054	1.660	0.587	0.255	

Pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht.

	Ochse I	Ochse II	Ochse III
Bohprotein . . . . .	0.457	0.928	0.775
Stickstofffreie Nährstoffe inkl. Fett	5.049	6.019	7.267
Reinprotein . . . . .	0.464	0.876	0.684

Die letzteren Zahlen beziehen sich nicht auf das Anfangsgewicht vor der Mästung, sondern auf das Lebendgewicht der fetten Tiere. Wenn es sich als richtig erweisen würde, dass die bei der Mast neugebildete Körpersubstanz zur Erhaltung etwa dieselbe Nährstoffzufuhr erfordert, wie das gleiche Gewicht magerer Körpermasse, wenn also 1000 kg Lebendgewicht der fetten Ochsen derselben Nahrung zur blossen Erhaltung bedürfen wie 1000 kg nicht gemästete Tiere, und demnach auf dieses Körpergewicht 0.7 kg verdauliches Rohprotein und 6.6 kg verdauliche stickstofffreie Nährstoffe zu reichen wären, so würde angesichts dieser Norm nur in dem III. Versuch eine mehr als ausreichende, in den beiden anderen Versuchen dagegen eine ungenügende Menge Nährstoffe verabreicht worden sein. Der bei der Mästung ausgewachsener Tiere erzeugte Ansatz besteht nun zum überwiegend grössten Teil aus Fett,<sup>1)</sup> also aus einem an den Lebensfunktionen wenig oder garnicht beteiligten und daher von mancher Seite<sup>2)</sup> als „toter Ballast“ bezeichneten Gewebe, das möglicherweise einer viel kleineren Nährstoffzufuhr bedarf als die Muskeln und übrigen Organe des Körpers. Daher ist es a priori nicht auszuschliessen, dass das Erhaltungsfutter gemästeter Tiere den Bedarf des mageren Körpers bei Stallruhe nicht wesentlich überschreitet. In diesem Falle würde die oben erwähnte Norm auf das Gewicht der Ochsen vor der Mästung zu beziehen sein und es würde sich demnach bei den drei Versuchstieren die wirkliche Zufuhr pro 1000 kg (Anfangsgewicht) stellen auf:

	Anfangsgewicht kg	Rohprotein kg	Stickstofffreie Nährstoffe kg
Ochse I . . . . .	603.9	0.566	6.254
„ II . . . . .	607.8	1.145	7.428
„ III . . . . .	674.0	0.987	9.251

Bei der vorläufigen Aufstellung der Ration für den Ochsen I hatten wir uns der zuletzt erwähnten Voraussetzung angeschlossen, merkten jedoch schon bei der Bestimmung des in den gasförmigen

<sup>1)</sup> Journal f. Landwirtschaft, 26. Jahrgang 1878, S. 601 ff.

<sup>2)</sup> PFLÜGER im Archiv f. d. gesamte Physiologie. 54. Bd. 1893, S. 409.



Ausscheidungen enthaltenen Kohlenstoffs, dass das betreffende Futter nicht ausreichte, das Körperfett vollständig vor dem Zerfall zu schützen. Infolgedessen reichten wir bei dem zweiten Versuch, dem Ochsen II eine an verdaulichen Nährstoffen reichere Ration und gingen bei dem dritten Versuch noch weiter, indem wir dem Ochsen III eine noch grössere Menge von Nährstoffen zuführten. So ist es gekommen, dass unsere Untersuchungen, nicht zu ihrem Nachteil, eine etwas grössere Mannigfaltigkeit aufweisen, als ihnen anfänglich zu geben beabsichtigt war.

Unter den übrigen Einnahmen der Versuchstiere wurde noch das Tränkwasser untersucht, indem der Kohlensäuregehalt desselben an allen denjenigen Tagen bestimmt wurde, an welchen Respirationsversuche ausgeführt wurden. Derselbe betrug pro Liter:

I. Versuch.		II. Versuch.	
13. Oktober 1896 . . . . .	0.266 g.	29. Oktober 1896 . . . . .	0.246 g.
16. " " . . . . .	0.271 "	3. Novbr. " . . . . .	0.226 "
20. " " . . . . .	0.267 "	6. " " . . . . .	0.242 "
23. " " . . . . .	0.285 "	10. " " . . . . .	0.237 "
27. " " . . . . .	0.243 "	13. " " . . . . .	0.245 "
Im Durchschnitt . . . . .	0.266 g.	Im Durchschnitt . . . . .	0.239 g.
Entsprechend Kohlenstoff .	0.073 "	Entsprechend Kohlenstoff .	0.065 "

### III. Versuch:

22. Oktober 1897 . . . . .	0.227 g.
26. " " . . . . .	0.243 "
29. " " . . . . .	0.250 "
2. Novbr. " . . . . .	0.246 "
Im Mittel . . . . .	0.242 g.
Entsprechend Kohlenstoff .	0.066 "

Da nach diesen Zahlen der Kohlenstoffgehalt des Tränkwassers nur geringen Schwankungen unterworfen ist, so genügt es für den Zweck des Versuchs, die Untersuchungen auf einzelne, gleichmässig verteilte Tage zu beschränken.

Das Kochsalz wurde in Mengen von 40 g pro Tag und Kopf gereicht und erwies sich als kohlenstofffrei.

### Untersuchung des Harns.

Während der engeren Versuchsperioden wurde in dem Harn täglich das spezifische Gewicht in 200 ccm, die Trockensubstanz in 10 ccm, der Stickstoff in je 20 ccm, die Hippursäure in 200 ccm bestimmt; nur in vereinzelt Fällen gelangte eine Mischung von Harn zweier aufeinanderfolgender Tage zur

Untersuchung. Der Gehalt an freier und halbgebundener Kohlensäure wurde nur an den Respirationstagen und zwar in je 50 ccm, der Gehalt an Kohlenstoff zunächst ebenfalls nur an diesen Tagen ermittelt;<sup>1)</sup> am Schluss des Versuchs wurden von dem bei niedriger Temperatur eingedampften Harn noch einige weitere Kohlenstoffbestimmungen ausgeführt und zwar von Tagen, die so gewählt waren, dass der durchschnittliche Stickstoffgehalt des Harns der ganzen Versuchsperiode sehr annähernd übereinstimmte mit dem mittleren Stickstoffgehalt aller derjenigen Versuchstage, an welchen Kohlenstoffbestimmungen ausgeführt wurden. Über die hierbei erzielte Genauigkeit giebt die nachstehende Berechnung Aufschluss:

I. Versuch.

An 5 Tagen mit Kohlenstoffbestimmungen betrug der Kohlenstoffgehalt in Summa . . . . .	881.2 g.
An den 10 Tagen ohne Bestimmung waren 6001.5 g Trockensubstanz ausgeschieden worden; nimmt man für diese denselben prozentischen Kohlenstoffgehalt an, wie er für die obigen 5 Tage ermittelt wurde (30.31%), so berechnet sich der Kohlenstoffgehalt auf . . . . .	1819.1 „
mithin Kohlenstoff im Harn in 15 Tagen . . . . .	2700.3 g,
oder pro Tag . . . . .	180.0 „
An den Tagen mit Bestimmung gefunden . . . . .	176.2 „
Differenz . . . . .	3.8 g.

II. Versuch:

In 8 Tagen direkt ermittelt . . . . .	1470.6 g C
An den 8 Tagen ohne C-Bestimmung sind ausgeschieden im ganzen 5161.6 g Trockensubstanz; Gehalt der letzteren an C 29.02%; mithin in 8 Tagen . . . . .	1497.9 „ „
In 16 Tagen . . . . .	2968.5 g C.
Pro Tag . . . . .	185.5 „ „
Direkt ermittelt . . . . .	183.8 „ „
Differenz . . . . .	1.7 g C.

III. Versuch.

In 4 Tagen direkt ermittelt . . . . .	714.8 g C
An den 11 Tagen ohne C-Bestimmung wurde ausgeschieden im ganzen 8418.0 g Trockensubstanz; Gehalt der letzteren an C 23.07%; mithin in 11 Tagen . . . . .	1942.0 „ „
In 15 Tagen . . . . .	2656.8 g C.
Pro Tag . . . . .	177.1 „ „
Direkt gefunden . . . . .	178.7 „ „
Differenz . . . . .	1.6 g C.

<sup>1)</sup> Durch Verbrennen mit chromsaurem Blei. Versuche, den Harn auf nassem Wege mit Schwefelsäure und Chromsäure zu oxydieren, ergaben in der Mehrzahl der Fälle zu niedrige Zahlen.

Die Übereinstimmung des an einzelnen Versuchstagen ermittelten Kohlenstoffgehaltes mit dem berechneten Betrage ist somit eine befriedigende.

Über die Menge und Beschaffenheit des Harns geben die im Anhang befindlichen Tabellen No. IV—VI, welche auch die Unterlagen zu den obigen Berechnungen enthalten, Auskunft. Aus denselben berechnen sich die folgenden Durchschnittszahlen für die Harnausscheidung:

Pro Tag:	I. Versuch	II. Versuch	III. Versuch
Harnmenge . . . . .	7.898 kg	8.232 kg	10.836 kg.
Darin:			
Trockensubstanz . . . .	594.2 g	639.5 g	768.5 g.
Stickstoff . . . . .	65.57 „	111.44 „	96.10 „
Kohlenstoff . . . . .	180.0 „	185.5 „	177.1 „
Hippursäure . . . . .	116.0 „	94.5 „	96.2 „

#### Kohlenstoff in den gasförmigen Ausscheidungen.

Zur Bestimmung des Kohlenstoffs in den Produkten der Respiration (Kohlensäure und Methan) diente der in dieser Zeitschrift (44. Bd., S. 277) ausführlich beschriebene Respiationsapparat, welcher vor Beginn einer jeden Versuchsreihe nach allen Richtungen hin auf das Sorgfältigste geprüft wurde. Die grosse Gasuhr, welche zur Messung der den Stallkasten durchströmenden Luft dient, wurde in 10 Serien bei verschiedener Stellung der Trommel geaicht, und jede dieser Serien umfasste 10 Einzelaichungen; die kleinen Gasuhren, in denen die zur Untersuchung gelangenden Luftproben gemessen werden, wurden vor und nach jedem einzelnen Versuch doppelt geaicht und sämtliche Teile des Apparates auf ihre Dichtigkeit geprüft. Darauf versicherte man sich durch wiederholte Versuche mit Kerzen von bekanntem Kohlenstoffgehalt, ob der Apparat richtig funktionierte. Wir stellten hierzu im Stallkasten des Respiationsapparates nicht bloß einige wenige Lichte auf, — wie es von mancher Seite geschieht — sondern schufen durch Benutzung einer grösseren Zahl von Kerzen (14 Stück) Verhältnisse, welche sich mit denen des Tierversuchs rücksichtlich der Menge der quantitativ zu bestimmenden Kohlensäure decken.

Die Untersuchung der Kerzen geschah in der schon früher (diese Zeitschrift 44. Bd., S. 287) angegebenen Weise, indem die Kohlenstoffbestimmungen nur in dem Stearin ausgeführt und für den Docht die Zusammensetzung der Cellulose (44.44% C) an-

genommen wurde. So fanden wir in den Kerzen, die zu sämtlichen Versuchen dienten, zunächst den übereinstimmenden Gehalt am Docht von 0.61<sup>o</sup>/<sub>o</sub>. Das Stearin enthielt in dem Material, welches zu dem 1. Versuch vom 9. Oktober 1896 benützt wurde 75.68<sup>o</sup>/<sub>o</sub> Kohlenstoff, bei dem 2. Versuch (mit einer anderen Teilprobe der Kerzen) 75.80<sup>o</sup>/<sub>o</sub> C und in den Kontrollversuchen des Jahres 1897 75.82<sup>o</sup>/<sub>o</sub> C. Hieraus berechnet sich für die 3 Teilproben der Kerzen ein Kohlenstoffgehalt von 75.49, 75.61 und 75.63<sup>o</sup>/<sub>o</sub>.

Die Kontrollversuche aus den beiden Versuchsjahren haben nun, wie aus der im Anhang befindlichen Tabelle VII hervorgeht, ergeben, dass von 100 g aus den Kerzen entwickeltem Kohlenstoff in dem Respirationsapparat wiedergefunden wurden:

Versuchsjahr	System	Geglüht		Nicht geglüht	
		V	VI	VII	VIII
1896/97					
1. Versuch, 6. Okt. 1896		99.6	99.8	99.7	100.0
2. " 9. " "		99.2	99.9	99.3	100.4
	Im Durchschnitt	99.6		99.85	
1897/98					
1. Versuch, 7. Okt. 1897		99.3	99.0	99.8	99.6
2. " 12. " "		99.4	99.7	99.9	100.4
3. " 15. " "		100.4	99.9	100.6	100.5
4. " 19. " "		99.6	99.9	99.9	100.7
	Im Durchschnitt	99.6		100.2	

Die Zahlen liefern den Beweis, dass unser Apparat mit einer Genauigkeit arbeitet, die allen berechtigten Anforderungen genügt. Die kleinen Abweichungen, welche die einzelnen Systeme untereinander zeigen und die hauptsächlich dem etwas schwereren oder leichteren Gange der kleinen Gasuhren zuzuschreiben sind, gleichen sich bei einer mehrfachen Wiederholung der Versuche in befriedigendem Umfange aus. Da wir bei den Tierversuchen die Respirationsprodukte stets an 4—5 Tagen ermittelt haben, so dürften diese Bestimmungen gewiss vollen Anspruch auf Zuverlässigkeit haben.

Nachdem wir uns in der vorstehenden Weise vergewissert hatten, dass unser Apparat einwandfreie Ergebnisse liefert, wurden die Versuche mit den Tieren begonnen. Über die Einzelheiten derselben geben die im Anhang zusammengestellten Übersichtstabellen No. VIII Auskunft. Aus den daselbst nieder-

gelegten Daten berechnen sich folgende Werte für die Ausscheidung von Kohlenstoff in den Produkten der Respiration und Perspiration:

## I. Versuch mit dem Ochsen I.

Ration: 9 kg Wiesenheu und 40 g NaCl.

		Geglühte Luft		Nicht geglühte Luft	
		System V	System VI	System VII	System VIII
13. Oktober	1896	2133.2 g	2131.7 g	2023.5 g	2016.6 g
16. "	"	2108.0 "	2103.8 "	1988.4 "	1979.5 "
20. "	"	2044.1 "	2057.6 "	1934.0 "	1919.7 "
23. "	"	2000.3 "	2011.0 "	1899.4 "	1885.2 "
27. "	"	1990.2 "	1993.4 "	1879.4 "	1871.8 "
Im Durchschnitt		2055.2 g	2059.5 g	1944.9 g	1934.6 g

## II. Versuch mit dem Ochsen II.

Ration: 6 kg Wiesenheu, 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> kg Roggenkleie und 40 g NaCl.

29. Oktober	1896	2324.9 g	2326.6 g	2211.7 g	2211.5 g
2. November	"	2231.1 "	2252.0 "	2104.4 "	2118.0 "
6. "	"	2228.1 "	2240.2 "	2110.1 "	2107.6 "
10. "	"	2242.1 "	2259.4 "	2124.2 "	2115.4 "
13. "	"	2217.1 "	2201.3 "	2085.2 "	2095.2 "
Im Durchschnitt		2248.7 g	2255.9 g	2127.1 g	2129.5 g

## III. Versuch mit dem Ochsen III.

Ration: 6 kg Wiesenheu, 5 kg Melasseschnitzel, 1 kg Roggenkleie und 40 g NaCl.

22. Oktober	1897	2942.7 g	2956.4 g	2749.3 g	2767.3 g
26. "	"	2866.8 "	2871.5 "	2660.5 "	2659.2 "
29. "	"	2914.0 "	2907.8 "	2709.8 "	2694.5 "
2. November	"	2836.6 "	2846.9 "	2643.2 "	2657.7 "
Im Durchschnitt		2890.0 g	2895.7 g	2690.7 g	2694.7 g

Die zusammengehörigen Systeme lieferten hiernach folgende Durchschnittswerte für die Kohlenstoffausscheidung:

	Geglühte Luft	Nicht geglühte Luft	Kohlenstoff in Form von Methan
I. Versuch . . . . .	2057.3 g	1939.7 g	117.6 g
II. " . . . . .	2252.3 "	2128.3 "	124.0 "
III. " . . . . .	2892.8 "	2692.7 "	200.1 "

Indem wir uns vorbehalten, die Verhältnisse der Methanbildung, welche hier zu Tage getreten sind, in einer späteren Abhandlung zu besprechen, in welcher wir noch weiteres Material für die Beantwortung der diesen Vorgang berührenden Fragen beibringen werden, gehen wir über zu der Aufstellung der

**Stickstoff- und Kohlenstoff-Bilanz.**

I. Versuch. Bei diesem lässt der Gang der Kohlenstoffausscheidung in den gasförmigen Ausgaben bereits erkennen, dass die zugeführte Nahrung zur Erhaltung des Tieres im gemästeten Zustande nicht ausreichte. Während das Tier bei dem ersten Respirationsversuch 2132.5 g Kohlenstoff durch Lunge und Haut sowie in den Darmgasen ausschied, verminderte sich in der Folge dieser Betrag deutlich und sank 14 Tage später auf 1991.8 g, ein Beweis dafür, dass nicht bloß die aus dem Futter stammenden Nährstoffe der Zersetzung anheim fielen, sondern von dem reichen Vorrate im Körper ansehnliche Mengen zerstört wurden. Legen wir unserer Betrachtung vorläufig die Kohlenstoffausscheidung zu Grunde, welche sich als Durchschnitt der 5 Beobachtungstage (Respirationsversuche) ergibt, so kommen wir zu folgender Bilanz:

A. Einnahmen.		Stickstoff	Kohlenstoff
7.303 kg	Wiesenheu II . . . . .	109.40 g	3401.7 g
27.65 "	Tränkwasser . . . . .	—	2.0 "
	Summe der Einnahmen . . . . .	<u>109.40 g</u>	<u>3403.7 g.</u>
B. Ausgaben.			
3.139 kg	Kot . . . . .	57.66 g	1506.1 g
Im Harn	{ N und gebundener C . . . . .	65.57 "	180.0 "
	{ freie und halbgeb. CO <sub>2</sub> . . . . .	—	3.5 "
In den gasförmigen	Ausscheidungen . . . . .	—	1057.3 "
	Summe der Ausgaben:	<u>123.23 g</u>	<u>3746.9 g</u>
Vom Körper	abgegeben . . . . .	- 13.83 "	- 343.2 "

Hiernach würde das Tier von seinem Körper 84.5 g wasserfreies Fleisch und 391.2 g Fett abgegeben haben.<sup>1)</sup> Zerlegt man den ganzen Versuch in drei fünftägige Unterperioden, so erhält man für die Summe der Ausgaben in den drei Zeitabschnitten:

	Stickstoff	Kohlenstoff
Vom 13.—17. Oktober . . . . .	127.23 g	3808.8 g
" 18.—22. " . . . . .	123.89 "	3740.4 "
" 23.—27. " . . . . .	118.65 "	3688.3 "

<sup>1)</sup> Für die Elementarzusammensetzung des wasserfreien Fleisches sind hier wie später die **STOEHMANN'schen** Werte (Zeitschr. für Biologie, 31. Bd. 1895, S. 372), nämlich 52.02% C und 16.37% N angenommen und der Kohlenstoffgehalt des Fettes zu 76.5% berechnet worden.

Die Abgabe vom Körper würde sich nach diesen Zahlen berechnen auf:

	Stickstoff	Kohlenstoff
Vom 13.—17. Oktober . . . .	17.83 g	405.1 g
„ 18.—22. „ . . . .	14.49 „	336.7 „
„ 23.—27. „ . . . .	9.25 „	284.6 „
	Fleisch	Fett
Vom 13.—17. Oktober . . . .	108.5 g	455.4 g
„ 18.—22. „ . . . .	88.5 „	380.0 „
„ 23.—27. „ . . . .	56.5 „	333.6 „

Bei einer Zufuhr von 0.457 kg Rohprotein (0.464 kg Reinprotein) und 5.049 kg stickstofffreien Nährstoffen in verdaulicher Form, auf 1000 kg Lebendgewicht bezogen, war somit das Tier nicht imstande, seinen Körperbestand zu erhalten, es setzte vielmehr ansehnliche Mengen von Fleisch und Fett zu. Zwar nahm diese Zersetzung von Körpersubstanz innerhalb des 15tägigen Versuchs ziemlich rasch ab, immerhin hätte es noch eines ganzen Monats bedurft, bevor sich zwischen den Einnahmen und Ausgaben Gleichgewicht eingestellt hätte, selbst wenn, was unwahrscheinlich ist, der Zerfall von Fleisch und Fett sich in demselben Tempo vermindert hätte wie während des Versuchs.

II. Versuch. Die Erfahrungen mit dem Ochsen I hatten, wie schon bemerkt, dazu geführt, die Ration für den Ochsen II, der zu dem vorliegenden Versuch diente, etwas zu erhöhen. Dementsprechend blieb auch die Kohlenstoffausscheidung in den gasförmigen Ausgaben an den letzten 4 Respirationstagen sehr gleichmässig und zeigte keine Tendenz zur Abnahme; sie betrug im Durchschnitte der Doppelbestimmungen einschliesslich des in Form von Methan ausgegebenen Kohlenstoffs am 2. Respirationstage 2241.5 g, am 3. 2234.2 g, am 4. 2250.7 g und am 5. 2209.2 g. Am 1. Tage lag diese Ausscheidung zwar etwas höher, sie stellte sich nämlich auf 2325.7 g, indessen ist der etwas stärkere Umsatz, der sich in dieser Zahl ausdrückt, bestimmt auf Rechnung der Beunruhigung zu setzen, die sich des Ochsen bemächtigte, als er nach längerer Unterbrechung wieder im Stallkasten des Respirationsapparates aufgestellt wurde. Es erscheint uns daher geboten, diesen ersten Tag von der Berechnung der Kohlenstoffbilanz auszuschliessen.

Für die täglichen Einnahmen und Ausgaben ergeben sich folgende Werte:

	Stickstoff	Kohlenstoff
<b>A. Einnahmen.</b>		
5.197 kg Wiesenheu II . . . . .	77.85 g	2420.8 g
2.621 „ Roggenkleie II . . . . .	86.89 „	1229.2 „
23.96 „ Tränkwasser . . . . .	— „	1.6 „
	Summe der Einnahmen: 164.24 g	3651.6 g
<b>B. Ausgaben.</b>		
2.642 kg Kot . . . . .	55.61 g	1256.9 g
Im Harn { N u. gebundener C . . . . .	111.44 „	185.5 „
{ freie u. halbgeb. CO <sub>2</sub> . . . . .	— „	2.3 „
In den gasförmigen Ausscheidungen . . . . .	— „	2233.9 „
	Summe der Ausgaben: 167.05 g	3678.6 g
Vom Körper abgegeben . . . . .	— 2.81 „	— 27.0 „

Das Tier befand sich hiernach sehr annähernd im Stickstoff- und Kohlenstoff-Gleichgewicht. Der Verlust an Körpersubstanz betrug nur 17.2 g wasserfreies Fleisch und 23.7 g Fett. Die Zufuhr an verdaulichen Nährstoffen im Betrage von 0.928 kg Rohprotein (0.876 kg Reinprotein) und 6.019 kg stickstofffreien Nährstoffen pro 1000 kg Lebendgewicht hatte somit nahezu ausgereicht, das gemästete Tier in seinem Zustande soweit zu erhalten, dass es fast nur die Ausgaben für Neubildungen der Epidermis (Haut, Haare, Hufe etc.) von seinem Vorrat im Körper zu decken hatte.

III. Versuch. Der Ochse No. III, welcher bei diesem Versuch benützt wurde, hatte eine noch höhere Ration als die beiden anderen Versuchstiere erhalten. Dementsprechend liefert auch die Bilanzrechnung ein etwas anderes Ergebnis. Es betragen nämlich die Einnahmen und Ausgaben:

	Stickstoff	Kohlenstoff
<b>A. Einnahmen.</b>		
5.179 kg Wiesenheu V . . . . .	76.80 g	2384.4 g
4.328 „ Melasseschnitzel . . . . .	74.66 „	1901.3 „
0.866 „ Roggenkleie III . . . . .	28.36 „	407.2 „
34.85 „ Tränkwasser . . . . .	— „	2.3 „
	Summe der Einnahmen: 179.82 g	4695.2 g
<b>B. Ausgaben.</b>		
3.278 kg Kot . . . . .	78.67 g	1511.5 g
Im Harn { N u. gebundener C . . . . .	96.10 „	177.1 „
{ freie u. halbgeb. CO <sub>2</sub> . . . . .	— „	6.9 „
In den gasförmigen Ausscheidungen . . . . .	— „	2892.8 „
	Summe der Ausgaben: 174.77 g	4588.3 g
Am Körper angesetzt . . . . .	+ 5.05 „	+ 106.9 „



Die Ration, welche hier auf 1000 kg Lebendgewicht 0.775 kg verdauliches Rohprotein (0.684 kg Reinprotein) und 7.267 kg verdauliche stickstofffreie Nährstoffe enthielt, hatte hiernach einen Ansatz von 30.9 g wasserfreiem Fleisch und 118.8 g Fett bewirkt.

Stellen wir nun, um eine bessere Übersicht zu erlangen, die durchschnittlichen Ergebnisse der 3 Versuche zusammen, so erhalten wir folgende Zahlenreihe, die sich auf 1000 kg Lebendgewicht und 24 Stunden bezieht:

	Stalltemperatur	Aufnahme an verdaulichen Nährstoffen			Veränderungen am Körper	
		Rohprotein	Stickstofffreie Nährstoffe	Reinprotein	Fleisch	Fett
Ochse I	15.9° C.	0.457 kg	5.049 kg	0.464 kg	- 113 g	- 523 g.
„ II	15.2 „	0.928 „	6.019 „	0.876 „	- 23 „	- 32 „
„ III	16.1 „	0.775 „	7.267 „	0.684 „	+ 36 „	+ 138 „

Wollte man die Ergebnisse dieser drei Versuche in eine vergleichbare Form bringen, so wäre es nötig, für die Veränderungen am Körper, die hier teils in einer Zersetzung, teils in einem Ansatz von Fleisch und Fett bestehen, die äquivalenten Mengen von Nährstoffen zu finden, welche, dem Futter zugelegt oder von demselben abgezogen, Gleichheit zwischen den Einnahmen und Ausgaben herbeiführen würden. Obgleich wir nun auf Grund mehrjähriger anderweitiger Untersuchungen über die wesentlichsten Grundlagen, welche zu einer solchen Rechnung erforderlich sind, verfügen, wollen wir an dieser Stelle auf weitere Ausführungen verzichten und uns die betreffende Rechnung bis zu der ausführlichen Veröffentlichung der erwähnten Arbeiten vorbehalten.

Das für die Praxis wichtigste Ergebniss liegt ohnehin in den mit Ochsen II und III gewonnenen Zahlen klar zu Tage. Zieht man diese beiden Versuche zusammen, gegen welches Verfahren Bedenken kaum erhoben werden können, so finden wir, dass man an volljährige, in gutem Mastzustande befindliche Ochsen, behufs Erhaltung derselben in diesem Zustande, pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht in verdaulicher Form zu reichen hat: 0.85 kg Rohprotein (0.78 kg Reinprotein) und 6.64 kg stickstofffreie Nährstoffe, wobei noch eine kleine Menge Protein (13 g) und stickstoffreies Material (entsprechend 106 g Fett) für die ununter-

brochen verlaufenden Neubildungen der Haare, Hufe, Haut u. s. w. verfügbar sich bleibt.

Diese eben berechnete Norm ist fast identisch mit der von mir aus den Untersuchungen G. KÜHN's für ausgewachsene magere Ochsen bei Stallruhe abgeleiteten Ration (0.7 kg verdauliches Rohprotein und 6.6 kg verdauliche stickstofffreie Nährstoffe).<sup>1)</sup>

Unter praktischen Verhältnissen wird man sich daher ohne weiteres an die von E. VON WOLFF aufgestellte Norm (0.75 kg verdauliches Rohprotein und 8.25 kg verdauliche stickstofffreie Nährstoffe) halten dürfen und nur Sorge dafür zu tragen haben, dass dieses Futter in möglichst schmackhafter Form gereicht wird. Bei einer solchen Ernährung ist ein Zerfall der bei der Mast angesetzten Körpersubstanz nicht nur nicht ausgeschlossen, sondern es werden noch kleine Mengen Fett weiter angesetzt werden. Da Beunruhigungen der gemästeten Tiere überhaupt vermieden werden müssen, so ist der Übergang vom Mastfutter zum Erhaltungsfutter nicht zu rasch, sondern in einer 4—6 tägigen Periode zu bewerkstelligen. Im übrigen müssen die Tiere unter denselben Verhältnissen belassen werden, wie während der Mast; insbesondere sind lebhaftere Bewegungen der Erhaltung des Körperfettes schädlich und die Tiere daher stets im Stalle auf reichlicher Streu zu halten.

### Energie-Inhalt der Einnahmen und Ausgaben.

Der thermische Wert der Futtermittel, des Kotes und Harns wurde in der von uns bereits früher<sup>2)</sup> bezeichneten Weise mittelst der MAHLER'schen Bombe in Sauerstoffgas von 25 Atmosphären Druck bestimmt. Auf 1 g Trockensubstanz bezogen betrug die Wärmeentwicklung bei der Verbrennung:

Versuch mit den Ochsen I u. II	{	Wiesenheu II . . .	4416.3 cal.
		Roggenkleie II . . .	4638.8 "
		Kot, Ochse I . . .	4668.2 "
		" " II . . .	4669.1 "
Versuch mit dem Ochsen III	{	Wiesenheu V . . .	4400.0 "
		Melasseschnitzel . . .	4125.5 "
		Roggenkleie III . . .	4657.6 "
		Kot, Ochse III . . .	4494.7 "

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift, 44. Bd. 1894, S. 550.

<sup>2)</sup> Diese Zeitschrift, 47. Bd. 1896, S. 292.

Zur Bestimmung des Wärmewertes der Harn-trockensubstanz bedienten wir uns der nach unseren Angaben von der Firma E. SCHLEICHER und SCHÜLL in Düren angefertigten Celluloseblöckchen, auf denen für jede Bestimmung 8—12 g Harn mit einem Trockensubstanzgehalt von 0.6—1.0 g bei niedriger Temperatur eingetrocknet wurden. Die Blöckchen wurden dann in derselben Weise verbrannt wie die Futtermittel und der Kot; nach Abzug des Wärmewertes der Celluloseblöckchen von der im Calorimeter entwickelten Wärmemenge ergab sich der thermische Wert des Harns. Im übrigen sei betreffs der Ausführung dieser Bestimmungen auf unsere früheren Angaben<sup>1)</sup> verwiesen.

Mehrjährige Erfahrungen haben uns gezeigt, dass es, um vollkommen hinreichende Genauigkeit zu erzielen, nicht erforderlich ist, den Harn täglich in dieser Weise zu untersuchen, sondern dass hierzu die Bestimmung des thermischen Wertes des Harns derjenigen Versuchstage genügt, an welchem auch die Kohlenstoffbestimmung ausgeführt wird. Wir erinnern daran, dass diese Tage nicht willkürlich aus der Versuchsreihe herausgegriffen, sondern so gewählt sind, dass die im Durchschnitt dieser Tage beobachtete Stickstoffausscheidung dem Mittel der ganzen Versuchsreihe möglichst nahe kommt. Wir fanden hierbei Folgendes:

I. Versuch.			II. Versuch.		
Datum	Wärmewert von 1 g Harn- trockensubst.	Wärmewert des gesamten Harns	Datum	Wärmewert von 1 g Harn- trockensubst.	Wärmewert des gesamten Harns
1896			1896		
13. X.	3031.5 cal.	1805.0 Cal.	29. X.	2973.1 cal.	1764.5 Cal.
16. "	2994.6 "	1842.0 "	31. "	2970.2 "	1912.5 "
20. "	2901.2 "	1759.6 "	1. XI.	2970.2 "	1912.8 "
23. "	3136.2 "	1984.0 "	3. "	2993.1 "	1883.6 "
27. "	3013.0 "	1392.6 "	6. "	2930.5 "	1812.2 "
	Mittel: 2956.2 cal.	1756.6 Cal.	10. "	2892.3 "	1932.1 "
			12. "	3158.2 "	1938.5 "
			13. "	2938.0 "	1935.6 "
				Mittel: 2950.0 cal.	1886.5 Cal.

III. Versuch.		
Datum	Wärmewert von 1 g Harn- trockensubst.	Wärmewert des gesamten Harns
1897		
22. X.	2313.2 cal.	1807.3 Cal.
26. "	2385.0 "	1834.8 "
29. "	2302.9 "	1802.7 "
2. XI.	2268.4 "	1760.7 "
	Mittel: 2344.0 cal.	1801.4 Cal.

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift, 47. Bd. 1896, S. 296.

Da beim Eintrocknen des Harns auf den Blöckchen selbst bei niedriger Temperatur stets kleine Mengen von Stickstoff teils in Form von kohlen-saurem Ammon, teils infolge einer Harnstoffzersetzung entweichen, so haben wir diese Verluste stets an sämtlichen Beobachtungstagen ermittelt, auf Harnstoff berechnet und den Wärmewert des letzteren in Anrechnung gebracht. Diese Korrektur betrug pro Tag im Versuch I 33.3, im Versuch II 32.1 und im Versuch III 19.5 Cal. Demnach stellt sich der Wärmewert des Harns durchschnittlich pro Tag auf

1789.9	Cal.	im	1.	Versuch,
1918.6	"	"	2.	" und
1820.9	"	"	3.	"

Diese Mengen sind viel zu gross, als dass sie bei Untersuchungen der vorliegenden Art etwa vernachlässigt werden dürften.

### Der Energie-Umsatz.

An der Hand der nunmehr entwickelten Grundlagen lassen sich die Energiewerte der Einnahmen und Ausgaben berechnen. Die Differenz zwischen der im Futter in den Körper eingeführten und in den festen, flüssigen und gasförmigen Ausscheidungen<sup>1)</sup> wieder ausgegebenen Energie liefert einen zuverlässigen Massstab für die zum Lebensunterhalt erforderliche Menge von Kraft und Wärme; sie schliesst alle einzelnen Vorgänge ein, wie die Erwärmung des Futters, Tränkwassers und der eingeatmeten Luft, die Verdauungsarbeit, die Auflösung der Harnbestandteile, die Wärmeregulierung, Blutbewegung u. s. w. Da für die meisten dieser Funktionen des Tierkörpers sichere Anhaltspunkte zur Abschätzung des für ihren Vollzug erforderlichen Energieaufwandes nicht vorliegen, so haben alle hierauf gerichteten Betrachtungen vorläufig nur einen zweifelhaften Wert. Wir fühlen uns daher nicht bewogen, den festen Boden der Thatsachen, den wir durch unsere Untersuchungen erlangt haben, zu verlassen und werden uns daher nur mit denjenigen Ergebnissen befassen, die unserer Arbeit unmittelbar zu entnehmen sind.

<sup>1)</sup> Es ist hierbei nur die geringe Menge von Wasserstoff, welcher im Darm durch Gärung entsteht, nicht ermittelt und demnach auch nicht in Anrechnung gebracht worden.

Der Wärmewert der stofflichen Einnahmen und Ausgaben stellt sich nun auf folgende Zahlen.<sup>1)</sup>

## I. Versuch.

Einnahmen.	
7303 g Wiesenheu II, à 4416.3 cal. . . . .	32252.2 Cal.
Ausgaben.	
3139 g Kot, à 4668.2 cal. . . . .	14653.5 Cal.
Beim Trocknen des Kotes entschwundener N . . . . .	15.5 "
Harn . . . . .	1789.9 "
156.8 g Methan, à 13246 cal. . . . .	2077.0 "
Summe der Ausgaben: 18535.9 Cal.	
Überschuss der Einnahmen über die Ausgaben . . . . .	13716.3 "
Hierzu: 84.5 g zersetztes Fleisch, à 4432 cal. . . . .	374.5 "
" 391.2 " " Fett, à 9500 cal. . . . .	3716.4 "
Zur Erhaltung von 748 kg Lebendgewicht . . . . .	17807.2 Cal.
Mithin Energiebedarf von 1000 kg Lebendgewicht . . . . .	23807.0 "

## II. Versuch.

Einnahmen.	
5197 g Wiesenheu II, à 4416.3 cal. . . . .	22951.5 Cal.
2621 " Roggenkleie II, à 4638.8 cal. . . . .	12158.3 "
Summe der Einnahmen: 35109.8 Cal.	
Ausgaben.	
2641 g Kot, à 4669.1 cal. . . . .	12331.1 Cal.
Beim Trocknen des Kotes entstandener N-Verlust . . . . .	14.7 "
Im Harn . . . . .	1918.6 "
165.4 g Methan, à 13246 cal. . . . .	2190.9 "
Summe der Ausgaben: 16455.3 Cal.	
Überschuss der Einnahmen über die Ausgaben . . . . .	18654.5 "
Hierzu: 17.2 g zersetztes Fleisch, à 4432 cal. . . . .	76.2 "
" 23.7 " " Fett à 9500 cal. . . . .	225.1 "
Zur Erhaltung von 750.1 kg Lebendgewicht . . . . .	18955.8 Cal.
Mithin Energiebedarf von 1000 kg Lebendgewicht . . . . .	25271 "

## III. Versuch.

Einnahmen.	
5179 g Wiesenheu V, à 4400.0 cal. . . . .	22787.6 Cal.
4328 " Melasseschnitzel, à 4125.5 cal. . . . .	17855.2 "
866 " Roggenkleie III, à 4657.6 cal. . . . .	4033.5 "
Summe der Einnahmen: 44676.3 Cal.	

<sup>1)</sup> Für das angesetzte Fleisch ist hier der STOHMANN'sche Wert 5652 Cal., für zersetztes Fleisch derselbe Wert nach Abzug von 7.45 Cal. für 1 g Stickstoff in Ansatz gebracht worden. (Vergl. STOHMANN, Zeitschrift für Biologie, 31. Bd. 1895, S. 372 und RUBNER, ebendasselbst 21. Bd. 1895, S. 316.)

**Ausgaben.**

3278 g. Kot, à 4494.7 cal. . . . .	14733.6 Cal.
Beim Trocknen des Kotes entstandener N-Verlust . . . . .	27.4 "
Im Harn . . . . .	1820.9 "
Methan 267.09, à 13246 cal. . . . .	3536.7 "
<b>Summe der Ausgaben:</b>	<b>20118.6 Cal.</b>
Überschuss der Einnahmen über die Ausgaben . . . . .	24557.7 "
Hiervon ab: Für angesetztes Fleisch (80.9 g) . . . . .	317.5 "
"    "    "    "    Fett (118.8 g) . . . . .	2052.0 "
<b>Im gesamten Ansatz . . . . .</b>	<b>2369.5 Cal.</b>
Zur Erhaltung von 858 kg Lebendgewicht . . . . .	22188.9 "
Mithin Energiebedarf von 1000 kg Lebendgewicht . . . . .	25900 "

Es ist nicht zu erwarten, dass Untersuchungen der vorliegenden Art genau übereinstimmende Ergebnisse liefern; denn nicht nur wird der zum Lebensunterhalt erforderliche Energiebedarf abhängig sein von individuellen Eigentümlichkeiten der Tiere, sondern höchstwahrscheinlich wird auch die Art und Menge des Futters infolge verschiedenen Umfanges der Verdauungsarbeit in den Resultaten dèrartiger Untersuchungen zum Ausdruck kommen. Schon bei unseren Arbeiten über den Energieumsatz volljähriger Ochsen bei Stallruhe fanden wir in dieser Hinsicht recht beträchtliche Schwankungen, in dem sich, auf 1000 kg Lebendgewicht bezogen, folgende Werte ergaben:

	Stall- temperatur	Futtermverzehr Trockensubstanz	Energie- bedarf
Ochse VI	14.8° C	11.961 kg Wiesenheu	21466 Cal.
"    V	14.7 "	12.928 " "	21842 "
"    A	15.9 "	11.718 " "	23918 "
"    II	15.0 "	13.257 " "	24343 "
"    XX	16.5 "	12.628 " "	25403 "
"    (B)	15.9 "	{5.714 " "	(27357 ")
		{6.780 " Haferstroh	
<b>Mittel<sup>1)</sup> 15.4° C</b>		<b>12.498 kg Wiesenheu</b>	<b>23394 Cal.</b>

Bei den 3 zu den drei vorliegenden Versuchen benützten Mastochsen waren die Schwankungen im Energiebedarf etwas geringer; letzterer betrug, wie oben berechnet, pro 1000 kg Lebendgewicht:

<sup>1)</sup> Bei der Berechnung des Mittelwertes ist das mit dem Ochsen B erzielte Untersuchungsergebnis nicht in Betracht gezogen, weil dieses Tier sich im Kasten des Respirationsapparates nicht zur Ruhe niederzulegen pflegte und daher eines aussergewöhnlich hohen Aufwandes an Energie bedurfte.

beim Ochsen	I	23807 Cal.	bei 15.9° C	Stalltemperatur
"	"	II 25271	" "	15.2 "
"	"	III 25860	" "	16.1 "
<hr/>				
im Durchschnitt		24979 Cal.	bei 15.7° C	Stalltemperatur

Vergleicht man den letzteren Durchschnittswert mit dem oben für magere Tiere berechneten, so stellt sich heraus, dass die gemästeten Tiere einer etwas grösseren Energiezufuhr bedürfen. Es erscheint dies auch durchaus wahrscheinlich, denn wenn auch die bei der Mast angesetzte Körpersubstanz zu ihrer Erhaltung vielleicht den gleichen Kraftaufwand erfordert, wie dasselbe Gewicht des mageren Körpers, so werden doch fette Tiere aller Wahrscheinlichkeit nach bei manchen mechanischen Kraftleistungen, wie Stehen, Niederlegen und Aufstehen relativ grössere Anstrengungen machen müssen, als nicht gemästete Tiere bei etwa gleich starkem Muskelapparat. Gross aber ist der in Rede stehende Unterschied nicht, und man darf es daher auch durch unsere Untersuchung des Energieumsatzes als erwiesen ansehen, dass gemästete Tiere mit dem in der Praxis für magere Ochsen bei Stallruhe gebräuchlichen Futter, sofern letzteres auf das Gewicht im Mastzustande berechnet wird, gut auskommen, wenn die schon erwähnten Vorsichtsmassregeln betreffs der Haltung und Pflege der Tiere beachtet werden.

Auf die Hauptfragen, welche uns zu den vorgeführten Untersuchungen veranlassten, haben unsere Arbeiten eine unzweideutige Antwort gegeben; es ist uns gelungen, denjenigen Kraft- und Stoffaufwand zu ermitteln, welchen gemästete Tiere zur Erhaltung des Gleichgewichts zwischen Einnahmen und Ausgaben bedürfen. Die hierfür festgestellten Werte sind nun auch für die Erkenntnis der Vorgänge bei der Mast selbst von Bedeutung, indem sich aus unseren Beobachtungen weiter schliessen lässt, dass die körperlichen Veränderungen bei der Mästung einen bestimmten Einfluss auf die Verwertung des Futters ausüben. Da jede Vermehrung der Körpermasse durch Ansatz von Fleisch und Fett den Aufwand an Kraft und Stoff erhöht, welcher zur blossen Erhaltung der Tiere erforderlich ist, so ist es auch ohne weiteres klar, dass von den verwertbaren Nährstoffen des Mastfutters um so grössere Mengen allmählich wirtschaftlich unproduktiv werden, je weiter

der Mastzustand vorschreitet.<sup>1)</sup> Die Produktion von Fleisch und Fett nimmt also bei gleichbleibendem Mastfutter langsam ab, je höher das Lebendgewicht steigt. Dem Grundsatz, nach welchem in weitaus der Mehrzahl der Fälle bei der Mästung der wirtschaftlich beste Erfolg erzielt wird, wenn man den Tieren in dem täglichen Futter die möglichst grössten Mengen verdaulicher Nährstoffe zuführt, wird somit durch die Ergebnisse unserer Untersuchungen ganz besonderer Nachdruck verliehen. Sorgt man dafür, dass die Futtermittel möglichst schmackhaft und leicht verdaulich sind und treibt man die Ration bis zur äussersten Grenze der Sättigung, so wird nicht bloss die Mästungsdauer abgekürzt und ein rascherer Umtrieb der Betriebsmittel ermöglicht, sondern es wird eben der Mastzustand mit einer geringeren Futtermenge erreicht als mit schwächerer Nährstoffzufuhr.

Unsere Untersuchungen gestatten schliesslich noch, einige speciellere Punkte der Futtermittelverwertung zu beleuchten.

Für die Verteilung der im Erhaltungsfutter volljähriger Ochsen enthaltenen Energie auf die verschiedenen Ausgaben hatten wir früher<sup>2)</sup> bei ausschliesslicher Ernährung mit Rauhfutter beobachtet, dass die Einnahmen, im Futter = 100 gesetzt, sich vorfanden:

Im Kot . . . . .	41.8 %
„ Harn . . . . .	6.1 „
„ Methan . . . . .	7.3 „
wogegen . . . . .	44.8 „

der eingeführten Energie, für die verschiedenen Funktionen des lebenden Tieres, der Hauptmenge nach, für die Wärmeproduktion verfügbar blieben. Ganz ähnliche Zahlen wurden auch diesmal mit dem Ochsen I erhalten, der ebenfalls nur mit Wiesenheu von mittlerer Qualität ernährt worden war, während bei den Ochsen II und III, welche gemischte Rationen verzehrten, sich etwas andere Werte ergaben. Die Futterrockensubstanz bestand bei dem Ochsen II aus 66.5% Wiesenheu und 33.5% Roggenkleie, bei dem Ochsen III aus 49.9% Wiesenheu, 41.7% Mellasseschnitzel und 8.4% Roggenkleie. Von 100 Teilen im Futter eingeführter Energie erschienen:

<sup>1)</sup> Mit der Ballasttheorie PFLÜGER's sind somit unsere Versuchsergebnisse nicht in Einklang zu bringen.

<sup>2)</sup> Diese Zeitschrift, 47. Bd. 1896, S. 313.



	beim Ochsen I	II	III
im Kot . . . . .	45.5 %/o	35.2 %/o	33.0 %/o
„ Harn . . . . .	5.2 „	5.4 „	4.2 „
„ Methan . . . . .	6.4 „	6.2 „	7.9 „
somit sind . . . . .	42.9 %/o	53.2 %/o	54.9 %/o

für die Zwecke des Organismus verwendbar gewesen.

Führt man dieselbe Rechnung für die im verdauten Teile des Futters enthaltene Energie aus, so stellt sich der prozentische Anteil:

	bei den früheren Versuchen	I	bei den Ochsen II	III
des Harns auf . . . . .	10.5 %/o	9.5 %/o	8.3 %/o	6.3 %/o
„ Methans auf . . . . .	12.5 „	11.7 „	9.6 „	11.8 „
Zusammen auf	22.5 %/o	21.2 %/o	17.9 %/o	18.1 %/o
Für den Zweck des Tieres verfügbar	77.5 „	78.8 „	82.1 „	81.9 „

Es sind somit recht beträchtliche Mengen, 18—22.5 %/o des gesamten in den verdauten Nährstoffen enthaltenen Vorrats an Energie, welche unter den Abfallprodukten des Stoffwechsels bei Erhaltungsfutter zu Verluste gehen. Ziehen wir dieselben von dem thermischen Wert der verdauten Nährstoffe ab, so erhalten wir als „**physiologischen Nutzeffekt**“ der verdauten organischen Substanz pro 1 g:

beim Ochsen I, bei Fütterung mit Wiesenheu II, . . . . .	3435 cal.
beim Ochsen II, bei Fütterung mit Wiesenheu II und Roggenkleie II	3722 „
beim Ochsen III, bei Fütterung mit Wiesenheu II, Melasseschnitzel und Roggenkleie III . . . . .	3593 „

Da der Ochse II dasselbe Wiesenheu erhielt, wie der Ochse I und somit die Verdaulichkeit der dem ersteren Tiere gereichten Roggenkleie II, wie es in der Tabelle II (S. 186) geschehen ist, berechnet werden kann, so besitzen wir auch die Grundlagen zur Ermittlung des physiologischen Nutzeffektes dieser Roggenkleie. Derselbe stellt sich pro 1 g verdaute organische Substanz auf 4102 cal., ist also etwas höher als beim Wiesenheu, für welches wir früher im Durchschnitt von 6 Versuchen einen Nutzeffekt von 3492.5 cal. und in den vorliegenden Untersuchungen einen solchen von 3435 cal. gefunden haben. Der obige Wert für die Roggenkleie ist aus einem einzelnen Versuch und unter der Annahme abgeleitet worden, dass das mit verfütterte Wiesenheu bei dem Ochsen II dieselbe Verdaulichkeit zeige wie bei dem Ochsen I; es ist daher diesem Werte nicht die volle Beweiskraft zuzuerkennen.

(Fortsetzung des Textes siehe Seite 294.)

Anhang.

**Tabelle III.**  
Stalltemperatur, Lebendgewicht, Tränkwasser, Kotsausscheidung  
und Futterrückstände.

Datum.	Stall- temperatur °C.	Lebend- gewicht kg	Tränkwasser kg	Kot aus dem Sammelkasten:						Gesamtmenge der Trockensubst. in Kot kg	Jahrfuttermittel- rückstände g		
				frisch		Trocken- substanz		frisch				Trocken- substanz	
				kg	%	kg	%	kg	%			kg	%
<b>1896 I. Versuch mit dem Ochsen I.</b>													
13. X. R.	16.8	753.5	25.08	7.811	17.00	1.328	9.334	17.27	1.612	2.940	48		
14. „	16.0	751.5	27.59	8.230	17.10	1.407	10.352	16.95	1.755	3.162	48		
15. „	17.7	749.0	32.67	7.727	16.64	1.286	9.603	16.97	1.630	2.916	47		
16. „ R.	17.9	752.0	29.54	9.607	16.80	1.614	10.860	16.85	1.830	3.444	91		
17. „	15.5	750.0	24.95	7.795	17.06	1.330	9.593	17.60	1.688	3.018	92		
18. „	15.2	746.5	31.56	8.497	16.50	1.402	10.550	16.71	1.763	3.165	117		
19. „	15.3	747.5	28.11	7.110	17.26	1.227	9.321	18.07	1.684	2.911	27		
20. „ R.	15.9	749.5	23.91	10.000	18.10	1.810	9.535	18.25	1.740	3.550	46		
21. „	14.8	744.5	28.58	7.070	16.41	1.160	9.320	18.10	1.687	2.847	81		
22. „	15.3	747.0	25.75	9.550	17.05	1.628	8.684	17.77	1.543	3.171	58		
23. „ R.	16.2	744.5	28.91	8.900	17.60	1.566	10.375	17.85	1.852	3.418	108		
24. „	15.0	745.5	25.72	7.635	16.87	1.288	8.664	17.28	1.497	2.785	142		
25. „	15.2	749.5	28.42	9.770	16.84	1.645	8.220	17.82	1.465	3.110	205		
26. „	15.3	745.5	27.43	9.770	17.51	1.711	7.208	16.72	1.204	2.915	50		
27. „ R.	15.8	744.5	26.47	9.670	17.88	1.729	9.368	17.16	1.608	3.337	146		
Mittel	15.9	748.0	27.65	8.609	17.13	1.475	9.399	17.42	1.637	3.112			
										Standkorrektur	0.027		
										In 24 Stunden durchschnittlich ausgeschiedene Trockensubstanz	3.139		

II. Versuch mit dem Ochsen II.

29. X. R.	17.1	749.0	22.64	6.830	19.19	1.311	7.265	19.49	1.416	2.727	100
30. „	14.8	745.0	30.46	5.025	19.30	0.970	7.755	18.85	1.462	2.432	0
31. „	15.3	752.5	26.65	7.174	19.28	1.383	6.367	18.85	1.200	2.583	0
1. XI.	15.4	753.0	24.82	8.463	18.67	1.580	7.078	18.66	1.321	2.901	0
2. „ R.	15.5	751.0	23.09	6.705	19.24	1.290	6.700	19.13	1.282	2.572	0
3. „	14.8	750.5	22.04	6.269	19.88	1.246	7.457	19.10	1.424	2.670	0
4. „	14.4	747.0	27.52	6.420	18.41	1.182	5.778	19.04	1.100	2.282	0
5. „	14.6	752.0	21.19	5.967	19.64	1.171	7.485	18.03	1.415	2.586	0

## Fortsetzung von Tabelle III.

Datum.	Stall- temperatur ° C.	Lebend- gewicht kg	Trinkwasser kg	Kot aus dem Sammelkasten: Tag						Gesamtmenge der Trockensubst. in Kot kg	Infraktogene Futter- rückstände g
				Tag			Nacht				
				frisch kg	Trocken- substanz %	kg	frisch kg	Trocken- substanz %	kg		
6. XI. R.	15.3	748.5	25.41	6.385	19.22	1.227	7.345	18.94	1.391	2.618	32
7. „	13.7	751.0	23.44	8.048	18.49	1.488	5.775	19.01	1.098	2.586	0
8. „	14.6	753.0	24.86	7.897	19.12	1.510	6.829	18.74	1.280	2.790	0
9. „	14.3	753.0	21.33	6.776	19.13	1.296	6.765	19.59	1.325	2.621	0
10. „ R.	15.5	751.0	19.56	5.817	19.72	1.147	7.323	19.81	1.451	2.598	19
11. „	16.5	746.0	26.99	6.716	19.68	1.322	5.665	19.73	1.117	2.439	0
12. „	15.7	749.5	24.06	7.623	19.53	1.489	6.158	19.47	1.199	2.688	26
13. „ R.	15.7	749.5	19.29	4.144	20.78	0.861	7.434	21.28	1.582	2.443	18.5
Mittel	15.2	750.1	23.96	6.641	19.27	1.280	6.824	19.28	1.316	2.596	
										Standkorrektion	0.046
In 24 Stunden durchschnittlich ausgeschiedene Trockensubstanz										2.642	

1897

## III. Versuch mit dem Ochsen III.

19. X.	18.3	859.0	40.06	11.338	14.83	1.682	11.490	15.09	1.734	3.416	—
20. „	17.5	864.0	41.12	13.250	14.55	1.928	10.596	15.12	1.602	3.530	—
21. „	17.6	865.0	34.92	13.470	14.42	1.943	11.060	14.96	1.655	3.598	—
22. „ R.	14.8	859.0	26.84	9.234	14.41	1.331	9.255	15.36	1.422	2.753	61.5
23. „	16.7	853.0	37.16	11.153	14.66	1.635	10.030	15.77	1.582	3.217	—
24. „	16.6	856.0	40.35	10.890	14.98	1.631	11.160	15.33	1.711	3.342	—
25. „	16.5	861.0	33.50	10.390	14.96	1.554	11.300	14.74	1.666	3.220	—
26. „ R.	16.5	857.5	31.06	9.869	15.49	1.529	10.260	15.36	1.576	3.105	37
27. „	16.0	856.0	36.82	9.820	15.50	1.522	10.860	15.53	1.687	3.209	—
28. „	16.0	859.5	37.20	11.030	14.75	1.627	12.065	15.28	1.844	3.471	—
29. „ R.	14.8	859.0	27.88	9.940	15.03	1.494	10.130	14.99	1.519	3.013	49
30. „	15.3	854.0	36.69	10.540	14.87	1.567	11.240	15.28	1.717	3.284	—
31. „	15.0	854.0	37.53	11.050	14.85	1.641	12.490	14.82	1.851	3.492	—
1. XI.	15.1	856.0	31.30	8.950	14.93	1.336	10.740	15.23	1.636	2.972	—
2. „ R.	14.8	855.0	30.34	9.365	14.91	1.396	10.370	15.73	1.631	3.027	48
Mittel	16.1	858.0	34.85	10.620	14.95	1.588	10.870	15.23	1.656	3.244	
										Standkorrektion	0.034
In 24 Stunden durchschnittlich ausgeschiedene Trockensubstanz										3.278	

Tabelle IV (Harn).  
I. Versuch mit dem Ochsen I.

1896	Harn. kg	Speichisches Gewicht.	Trocken- substanz.		Stickstoff.		Kohlenstoff.		Freie und halb- gebundene Kohlensäure.		Hippursäure.	
			%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
13. Oktober R. . .	7.742	1.0386	7.691	595.4	0.9130	70.69	2.388	184.9	0.1658	12.8	1.724	133.5
14. " . . . . .	8.592	1.0386	7.606	653.5	0.8982	72.02					1.460	125.4
15. " . . . . .	7.913	1.0370	7.483	592.1	0.8900	65.68					1.480	117.1
16. " R. . . . .	8.350	1.0385	7.366	615.1	0.8340	69.64	2.247	187.6	0.1989	16.6	1.401	117.0
17. " . . . . .	8.372	1.0385	7.405	629.9	0.8209	69.84					1.095	93.2
18. " . . . . .	8.643	1.0385	7.405	630.0	0.8209	69.84					1.095	93.2
19. " . . . . .	7.940	1.0392	7.592	602.8	0.8621	68.45					1.613	128.1
20. " R. . . . .	8.038	1.0392	7.545	606.5	0.8422	67.69	2.235	179.6	0.1434	11.5	1.545	124.2
21. " . . . . .	7.313	1.0408	7.889	576.9	0.8643	63.21					1.573	115.0
22. " . . . . .	7.412	1.0395	7.886	569.7	0.8358	61.95					1.525	113.0
23. " R. . . . .	8.779	1.0381	7.206	632.6	0.7960	69.88	2.121	186.2	0.1533	13.4	1.447	127.0
24. " . . . . .	6.840	1.0403	7.623	545.1	0.7986	57.15					1.453	103.9
25. " . . . . .	7.472	—	7.623	545.1	0.7986	57.15					1.453	103.9
26. " . . . . .	8.918	1.0394	7.360	656.4	0.7767	69.26					1.540	137.3
27. " R. . . . .	6.158	1.0392	7.506	462.2	0.8308	51.16	2.321	142.9	0.1582	9.7	1.750	107.8
Mittel:	7.898	—	7.523	594.2	0.8302	65.57	2.231	176.2	0.1621	12.8	1.469	116.0

Tabelle V (Harn).  
II. Versuch mit dem Ochsen II.

1896	Harn kg	Specifisch. Gewicht	Trockensubstanz		Stickstoff		Kohlenstoff		Freie und halb- gebundene Kohlensäure.		Hippursäure.	
			%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
29. Oktober	R.	1.0849	7.392	593.5	1.2383	99.42	2.149	172.5	0.1047	8.4	1.173	92.4
30. "		1.0850	7.401	692.8	1.3361	125.07	—	—	—	—	1.123	105.1
31. "		1.0838	7.177	643.9	1.3045	117.04	2.080	186.6	—	—	1.063	95.4
1. November				644.0		117.04		186.6				95.4
2. "		1.0842	7.320	641.2	1.2615	110.50	—	—	—	—	1.000	87.6
3. "	R.	1.0873	8.002	629.3	1.4026	110.30	2.315	182.1	0.1070	8.4	1.159	91.1
4. "		1.0856	7.783	642.9	1.3473	111.28	—	—	—	—	1.140	94.2
5. "		1.0874	8.309	636.6	1.4277	109.37	—	—	—	—	1.229	94.2
6. "	R.	1.0875	7.981	618.4	1.3601	105.38	2.389	185.1	0.1064	8.2	1.207	93.5
7. "				645.3		110.83		—				95.9
8. "		1.0864	7.796	645.3	1.3390	110.83	—	—	—	—	1.158	95.9
9. "		1.0877	7.960	622.9	1.3923	108.16	—	—	—	—	1.140	89.2
10. "	R.	1.0875	7.778	668.0	1.3903	114.25	2.189	188.0	0.1168	10.0	1.156	99.3
11. "		1.0881	8.044	634.6	1.3909	109.73	—	—	—	—	1.197	94.4
12. "		1.0889	8.441	613.8	1.5135	110.06	2.504	182.1	—	—	—	—
13. "	R.	1.0892	8.285	658.8	1.4306	113.76	2.359	187.6	0.0987	7.8	1.162	92.4
Mittel		—	7.768	639.5	1.3638	111.44	2.233	183.8	0.1045	8.6	1.148	94.5

Tabelle VI (Harn).  
III. Versuch mit dem Ochsen III.

1897	Harn kg	Spezifisch. Gewicht	Trockensubstanz		Stickstoff		Kohlenstoff		Freie und halb- gebundene Kohlensäure		Hippursäure	
			%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
19. Oktober	10.182	1.0408	7.310	744.3	0.9339	95.09	—	—	—	—	0.884	88.0
20. "	11.816	1.0374	6.564	775.6	0.8271	97.73	—	—	—	—	0.827	97.7
21. "	11.467	1.0391	6.785	778.0	0.8409	96.42	—	—	—	—	0.851	98.6
22. "	11.492	1.0388	6.711	781.2	0.8336	95.79	1.547	177.8	0.181	20.8	0.800	91.9
23. "	9.830	1.0418	7.553	742.5	0.9639	94.75	—	—	—	—	0.995	97.8
24. "	11.105	1.0402	7.042	782.0	0.8793	97.64	—	—	—	—	0.889	98.7
25. "	10.626	1.0408	7.188	763.8	0.8840	93.94	—	—	—	—	0.855	90.9
26. "	10.425	1.0418	7.379	769.3	0.9390	97.89	1.745	181.0	0.274	28.6	0.936	97.5
27. "	10.740	1.0400	7.045	756.6	0.8734	93.80	—	—	—	—	0.914	98.2
28. "	10.940	1.0400	6.993	765.0	0.8802	96.29	—	—	—	—	0.862	94.3
29. "	10.980	1.0414	7.129	782.8	0.8805	96.68	1.610	176.8	0.226	24.8	0.895	98.3
30. "	10.050	1.0437	7.577	761.5	0.9539	95.96	—	—	—	—	0.915	92.0
31. "	10.850	1.0404	7.151	775.9	0.8957	97.19	—	—	—	—	0.908	98.5
1. November	11.135	1.0396	6.940	772.8	0.8752	97.46	—	—	—	—	0.901	100.3
2. "	10.895	1.0409	7.124	776.2	0.8711	94.91	1.637	178.4	0.252	27.5	0.919	100.1
Mittel	10.836	—	7.092	768.5	0.8869	96.10	1.649	178.7	0.234	25.4	0.888	96.2

Tabelle VII.

## Kontrollversuche

	Grosse Gasuhr	System
		I

## Versuchs-

## 1. Versuch, am 6. Oktober 1896, mit 14 gleichzeitig brennenden

Beobachteter Durchgang . . . . .	1507.10 cbm	nicht ge- 89.766 l
Mittlere Temperatur °C. korr. . . . .	14.2	16.3
Aichzahl . . . . .	1.010 265	0.993 295
Korrigierter Durchgang . . . . .	1538.92 cbm	89.164 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	52.15
In 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	584.9
„ „ „ äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
„ „ „ innerer Luft mg CO <sub>2</sub> aus den Kerzen	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> aus den Kerzen . .	—	—
Desgleichen in % der aus den Kerzen entwickelten Menge . . . . .	—	—

## 2. Versuch, am 9. Oktober 1896, mit 14 gleichzeitig brennenden

Beobachteter Durchgang . . . . .	1514.825 cbm	nicht ge- 87.756 l
Mittlere Temperatur °C. korr. . . . .	16.6	18.85
Aichzahl . . . . .	1.010 265	1.001 302
Korrigierter Durchgang . . . . .	1548.12 cbm	87.870 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	58.12
In 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	661.4
„ „ „ äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
„ „ „ innerer Luft mg CO <sub>2</sub> aus den Kerzen	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> aus den Kerzen . .	—	—
Desgleichen in % der aus den Kerzen entwickelten Menge . . . . .	—	—

## Versuchs-

## 1. Versuch, am 7. Oktober 1897, mit 14 gleichzeitig brennenden

Beobachteter Durchgang . . . . .	1640.694 cbm	nicht ge- 90.555 l
Mittlere Temperatur °C. korr. . . . .	12.5	14.45
Aichzahl . . . . .	1.008 857	0.998 752
Korrigierter Durchgang . . . . .	1671.03 cbm	90.442 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	57.58
In 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	636.7
„ „ „ äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
„ „ „ innerer Luft mg CO <sub>2</sub> aus den Kerzen	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> aus den Kerzen . .	—	—
Desgleichen in % der aus den Kerzen entwickelten Menge . . . . .	—	—

Tabelle VII.

mit Kerzen.

Äussere Luft:			Innere Luft:			
System II	System III	System IV	System V	System VI	System VII	System VIII

jahr 1896.

Kerzen. Verbrannt 1693.34 g Kerzen mit 276.80 % = 4687.2 g CO<sub>2</sub>.

glüht	geglüht		nicht geglüht		geglüht	
100.495 l	92.098 l	97.923 l	93.550	95.255 l	98.157 l	88.425 l
16.35	16.45	16.5	16.6	16.5	16.3	16.25
0.987 703	0.993 172	1.006 745	1.004 546	0.974.089	0.978 905	0.978 665
99.259 l	91.469 l	98.583 l	93.975	92.787 l	96.086 l	86.538 l
57.50	53.97	58.06	340.47	336.64	347.64	313.93
579.3	590.0	588.9	3623.0	3628.1	3618.0	3627.3
582.1	589.4		589.4	589.4	582.1	582.1
—	—	—	3033.6	3038.7	3035.9	3045.6
—	—	—	4668.5	4676.3	4672.0	4686.9
—	—	—	99.6	99.8	99.7	100.0

Kerzen. Verbrannt 1637.71 g Kerzen mit 277.22 % = 4540.1 g CO<sub>2</sub>.

glüht	geglüht		nicht geglüht		geglüht	
100.397 l	92.039 l	97.749 l	94.99 l	96.111 l	93.961 l	89.902 l
18.85	18.85	19.05	19.1	19.0	18.9	18.85
0.986 875	0.992.975	1.005.783	0.993.419	0.971 676	0.977 708	0.977 804
99.062 l	91.392 l	98.314 l	94.365 l	93.389 l	91.866 l	87.907 l
64.36	60.82	66.66	337.97	336.21	327.77	316.41
649.7	665.5	678.0	3581.5	3600.1	3567.9	3599.4
655.5	671.7		671.7	671.7	655.5	655.5
—	—	—	2909.8	2928.4	2912.4	2943.9
—	—	—	4504.7	4533.5	4508.7	4557.5
—	—	—	99.2	99.9	99.3	100.4

jahr 1897.

Kerzen. Verbrannt 1701.03 g Kerzen mit 277.31 % = 4717.1 g CO<sub>2</sub>.

glüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
105.645 l	93.655 l	102.270 l	99.784 l	93.519 l	94.266 l	98.781 l
14.45	14.5	14.45	14.65	14.6	14.55	14.35
0.964 483	0.975 705	0.980 393	0.914 014	0.993 665	0.971 652	0.992 925
101.893 l	91.380 l	100.265 l	91.204 l	92.927 l	91.594 l	98.082 l
64.88	59.54	65.24	315.08	320.24	316.31	338.31
636.7	651.6	650.7	3454.7	3446.1	3453.4	3449.3
636.7	651.1		651.1	651.1	636.7	636.7
—	—	—	2803.6	2795.0	2816.7	2812.6
—	—	—	4684.9	4670.5	4706.8	4699.9
—	—	—	99.3	99.0	99.8	99.6



## Fortsetzung von Tabelle VII.

	Grosse Gasuhr	System I
2. Versuch, am 12. Oktober 1897, mit 14 gleichzeitig brennenden		
Beobachteter Durchgang . . . . .	1656.106 cbm	nicht ge- 91.710 l
Mittlere Temperatur °C. korr. . . . .	13.15	15.15
Aichzahl . . . . .	1.008 857	1.004 874
Korrigierter Durchgang . . . . .	1686.44 cbm	92.157 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	71.31
In 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	773.8
„ „ „ äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
„ „ „ innerer Luft mg CO <sub>2</sub> aus den Kerzen . . . . .	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> aus den Kerzen . . . . .	—	—
Desgleichen in % der aus den Kerzen entwickelten Menge . . . . .	—	—
3. Versuch, am 15. Oktober 1897, mit 14 gleichzeitig brennenden		
Beobachteter Durchgang . . . . .	1644.534 cbm	nicht ge- 89.945 l
Mittlere Temperatur °C. korr. . . . .	14.2	16.75
Aichzahl . . . . .	1.008 857	1.007 024
Korrigierter Durchgang . . . . .	1680.11 cbm	90.577 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	56.81
In 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	627.2
„ „ „ äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
„ „ „ innerer Luft mg CO <sub>2</sub> aus den Kerzen . . . . .	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> aus den Kerzen . . . . .	—	—
Desgleichen in % der aus den Kerzen entwickelten Menge . . . . .	—	—
4. Versuch, am 19. Oktober 1897, mit 14 gleichzeitig brennenden		
Beobachteter Durchgang . . . . .	1655.490 cbm	nicht ge- 89.673 l
Mittlere Temperatur °C. korr. . . . .	15.4	16.9
Aichzahl . . . . .	1.008 857	1.008 026
Korrigierter Durchgang . . . . .	1683.42 cbm	90.393 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	64.67
In 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	715.4
„ „ „ äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
„ „ „ innerer Luft mg CO <sub>2</sub> aus den Kerzen . . . . .	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> aus den Kerzen . . . . .	—	—
Desgleichen in % der aus den Kerzen entwickelten Menge . . . . .	—	—

Fortsetzung von Tabelle VII.

Äussere Luft:			Innere Luft:			
System II	System III	System IV	System V	System VI	System VII	System VIII

Kerzen. Verbrannt 1703.73 g Kerzen mit 277.31 % — 4724.6 g CO<sub>2</sub>.

glüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
105.790 l	95.617 l	102.147 l	93.598 l	92.305 l	94.710 l	100.757 l
15.0	15.05	14.95	15.2	15.15	15.1	15.0
0.963 136	0.974 730	0.977 589	0.969 227	0.995 347	0.965 927	0.963 113
101.890 l	93.201 l	99.858 l	90.709 l	91.876 l	91.483 l	97.040 l
78.91	74.31	79.77	325.08	329.85	326.88	348.11
774.4	797.3	798.8	3583.8	3590.2	3573.1	3587.3
774.1	798.0		798.0	798.0	774.1	774.1
—	—	—	2785.8	2792.2	2799.0	2813.2
—	—	—	4698.1	4708.9	4720.3	4744.3
—	—	—	99.4	99.7	99.9	100.4

Kerzen. Verbrannt 1735.035 g Kerzen mit 277.31 % — 4811.4 g CO<sub>2</sub>.

glüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
103.790 l	94.836 l	98.870 l	91.677 l	92.267 l	92.475 l	99.050 l
16.7	16.8	16.7	16.95	16.85	16.8	16.7
0.970 050	0.980 008	0.998 826	0.973 591	0.994 703	0.970 874	0.963 020
100.681 l	92.940 l	98.754 l	98.246 l	91.778 l	89.782 l	95.387 l
62.97	59.48	63.04	313.62	321.15	314.94	334.34
625.4	640.0	638.4	3514.1	3499.2	3507.8	3505.1
626.3	639.2		639.2	639.2	626.3	626.3
—	—	—	2874.9	2860.0	2881.5	2878.8
—	—	—	4830.1	4805.1	4841.2	4836.7
—	—	—	100.4	99.9	100.6	100.5

Kerzen. Verbrannt 1694.33 g Kerzen mit 277.31 % — 4698.5 g CO<sub>2</sub>.

glüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
104.246 l	95.245 l	99.801 l	92.984 l	93.007 l	93.359 l	99.658 l
16.9	16.95	17.1	17.1	17.0	17.0	16.9
0.969 509	0.981 342	1.000 025	0.975 526	0.998 702	0.972 585	0.965 065
101.067 l	93.468 l	99.803	90.708 l	92.886 l	90.800 l	96.176 l
71.58	67.55	71.98	317.61	326.02	317.68	338.84
708.2	722.7	721.2	3501.4	3509.9	3498.7	3523.1
711.8	722.0		722.0	722.0	711.8	711.8
—	—	—	2779.4	2787.9	2786.9	2811.3
—	—	—	4678.8	4693.2	4691.5	4732.5
—	—	—	99.6	99.9	99.9	100.7

Tabelle VIII.

I. Versuch mit dem Ochsen I.	Grosse Gasuhr	System I
1. Respirationstag,		
Beobachteter Durchgang . . . . .	2588.769 cbm	nicht ge- 150.530 l
Mittlere Temperatur, °C. korr. . . . .	15.5	17.8
Aichzahl . . . . .	1.010 265	1.000 951
Korrigierter Durchgang . . . . .	2648.42 cbm	150.673 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	90.18
Daher in 1 cbm mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	598.5
In 1 cbm äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
Daher in 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> aus der Atmung .	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
Stallkorrektur (17.36 cbm) . . . . .	—	—
Korrektur für Öffnen des Futter- und Kotkastens	—	—
Gesamt-Kohlensäure aus der Atmung in g . . .	—	—
2. Respirationstag,		
Beobachteter Durchgang . . . . .	2595.490 cbm	nicht ge- 153.193 l
Mittlere Temperatur, °C. korr. . . . .	16.4	18.6
Aichzahl . . . . .	1.010 265	1.005 151
Korrigierter Durchgang . . . . .	2654.38 cbm	153.982 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	94.98
Daher in 1 cbm mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	616.8
In 1 cbm äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
Daher in 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> aus der Atmung .	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
Stallkorrektur (17.36 cbm) . . . . .	—	—
Korrektur für Öffnen des Futter- und Kotkastens	—	—
Gesamt-Kohlensäure aus der Atmung in g . . .	—	—
3. Respirationstag,		
Beobachteter Durchgang . . . . .	2600.319 cbm	nicht ge- 148.541 l
Mittlere Temperatur °C. korr. . . . .	14.6	16.85
Aichzahl . . . . .	1.010 265	1.000 650
Korrigierter Durchgang . . . . .	2659.20 cbm	148.638 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	97.78
Daher in 1 cbm mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	657.8
In 1 cbm äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
Daher in 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> aus der Atmung	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
Stallkorrektur (17.36 cbm) . . . . .	—	—
Korrektur für Öffnen des Futter und Kotkastens	—	—
Gesamt-Kohlensäure aus der Atmung in g . . .	—	—

Tabelle VIII.

Äussere Luft:			Innere Luft:			
System II	System III	System IV	System V	System VI	System VII	System VIII
am 13. Oktober 1896.						
glüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
171.212 l	155.042 l	167.243 l	160.870 l	160.557 l	160.466 l	152.634 l
18.0	18.1	18.25	18.3	18.2	18.0	17.75
0.985 877	0.992 975	1.006 745	0.993 123	0.973 165	0.978 737	0.979 624
168.794 l	153.963 l	168.371 l	159.764 l	156.248 l	157.054 l	149.524 l
100.21	92.90	101.57	564.47	551.70	530.08	503.25
593.7	603.4	603.2	3533.1	3530.9	3375.1	3365.7
596.1	603.3		603.3	603.3	596.1	596.1
—	—	—	2929.8	2927.6	2779.0	2769.6
—	—	—	7759.3	7753.5	7360.0	7335.1
—	—	—	51.2	51.2	48.6	48.4
—	—	—	11.4	11.4	10.8	10.8
—	—	—	7821.9	7816.1	7419.4	7394.3
am 16. Oktober 1896.						
glüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
173.438 l	156.540 l	170.302 l	162.555 l	163.121 l	160.467 l	154.834 l
18.8	18.9	18.95	19.05	19.0	18.7	18.6
0.985 222	0.993 517	1.006 188	0.990 393	0.971 605	0.976.586	0.978 043
170.875 l	155.525 l	171.356 l	160.993 l	158.489 l	156.710 l	151.434 l
105.38	97.15	107.48	565.76	556.05	523.58	504.13
616.7	624.7	627.2	3514.2	3508.4	3341.1	3329.0
616.8	626.0		626.0	626.0	616.8	616.8
—	—	—	2888.2	2882.4	2724.3	2712.2
—	—	—	7666.4	7651.0	7231.3	7199.2
—	—	—	50.5	50.4	47.6	47.4
—	—	—	12.5	12.5	11.8	11.7
—	—	—	7729.4	7713.9	7290.7	7258.3
am 20. Oktober 1896.						
glüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
172.762 l	158.320 l	168.612 l	159.935 l	159.844 l	159.500 l	152.450 l
17.05	17.15	17.2	17.3	17.2	17.0	16.85
0.984 422	0.991 793	1.005 101	0.991.375	0.971.392	0.977 111	0.977 350
170.071 l	157.021 l	169.472 l	158.556 l	155.271 l	155.849 l	148.997 l
111.02	104.50	112.87	548.81	540.31	514.36	488.83
652.8	665.5	666.0	3461.3	3479.8	3300.4	3280.8
655.3	665.7		665.7	665.7	655.3	655.3
—	—	—	2795.6	2814.1	2645.1	2625.5
—	—	—	7434.1	7433.3	7033.8	6981.7
—	—	—	48.8	49.2	46.2	45.9
—	—	—	12.1	12.2	11.4	11.3
—	—	—	7495.0	7544.7	7091.4	7038.9

## Fortsetzung von Tabelle VIII.

I. Versuch mit dem Ochsen I.	Grosse Gasuhr	System
		I
<b>4. Respirationstag,</b>		
Beobachteter Durchgang . . . . .	2601.893 cbm	nicht ge- 151.613 l
Mittlere Temperatur °C. korr. . . . .	14.35	16.8
Aichzahl . . . . .	1.010 265	1.000 513
Korrigierter Durchgang . . . . .	2662.36 cbm	151.691 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	104.42
Daher in 1 cbm mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	688.4
In 1 cbm äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
Daher in 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> aus der Atmung	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
Stallkorrektur (17.36 cbm) . . . . .	—	—
Korrektur für Öffnen des Futter- und Kotkastens	—	—
Gesamt-Kohlensäure aus der Atmung in g . . .	—	—
<b>5. Respirationstag,</b>		
Beobachteter Durchgang . . . . .	2606.354 cbm	nicht ge- 154.189 l
Mittlere Temperatur °C. korr. . . . .	14.3	16.8
Aichzahl . . . . .	1.010 265	1.001 009
Korrigierter Durchgang . . . . .	2667.81 cbm	154.345 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	106.38
Daher in 1 cbm mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	689.2
In 1 cbm äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
Daher in 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> aus der Atmung	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
Stallkorrektur (17.36 cbm) . . . . .	—	—
Korrektur für Öffnen des Futter- und Kotkastens	—	—
Gesamt-Kohlensäure aus der Atmung in g . . .	—	—
<b>II. Versuch mit</b>		
<b>1. Respirationstag,</b>		
Beobachteter Durchgang . . . . .	2622.166 cbm	nicht ge- 151.155 l
Mittlere Temperatur °C. korr. . . . .	14.6	17.1
Aichzahl . . . . .	1.010 265	1.001 678
Korrigierter Durchgang . . . . .	2684.14 cbm	151.409 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	109.84
Daher in 1 cbm mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	725.5
In 1 cbm äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
Daher in 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> aus der Atmung	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
Stallkorrektur (17.36 cbm) . . . . .	—	—
Korrektur für Öffnen des Futter- und Kotkastens	—	—
Gesamt-Kohlensäure aus der Atmung in g . . .	—	—

Fortsetzung von Tabelle VIII.

Äussere Luft:			Innere Luft:			
System II	System III	System IV	System V	System VI	System VII	System VIII
am 23. Oktober 1896.						
glüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
172.624 l	156.685 l	169.652 l	161.287 l	162.283 l	159.755 l	153.380 l
17.0	17.1	17.2	17.25	17.15	17.0	16.8
0.986 157	0.993 098	1.006.315	0.993 098	0.971 723	0.976 062	0.977 660
170.234 l	155.604 l	170.723 l	160.174 l	157.694 l	155.931 l	149.953 l
116.18	107.67	118.36	550.28	542.48	511.54	489.03
682.5	691.9	693.3	3435.5	3440.1	3280.6	3261.2
685.5	692.6		692.6	692.6	685.5	685.5
—	—	—	2732.9	2747.5	2595.1	2575.7
—	—	—	7276.0	7314.8	6909.1	6857.4
—	—	—	47.8	48.0	45.3	45.0
—	—	—	10.7	10.7	10.1	10.0
—	—	—	7334.5	7373.5	6964.5	6912.4
am 27. Oktober 1896.						
glüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
171.538 l	158.243 l	172.363 l	161.227 l	161.569 l	161.439 l	153.195 l
17.05	17.05	17.2	17.25	17.15	17.0	16.8
0.985 829	0.993 287	1.006 475	0.993 484	0.971 400	0.976 984	0.977 852
169.107 l	157.181 l	173.479 l	160.176 l	156.948 l	157 723 l	149.802 l
115.86	109.50	121.37	546.41	536.08	512.47	485.19
685.1	696.6	699.6	3411.3	3415.7	3249.2	3238.9
687.1	698.1		698.1	698.1	687.1	687.1
—	—	—	2713.2	2717.6	2562.1	2551.8
—	—	—	7238.3	7250.0	6835.2	6807.7
—	—	—	47.4	47.5	44.8	44.6
—	—	—	11.7	11.7	11.1	11.0
—	—	—	7297.4	7309.2	6891.1	6863.3
dem Ochsen II.						
am 29. Oktober 1896.						
glüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
171.827 l	158.027 l	171.417 l	163.572 l	163.236 l	161.066 l	156.438 l
17.3	17.35	17.45	17.55	17.45	17.25	17.15
0.985 525	0.993 962	1.006 758	0.994 122	0.973 189	0.979 096	0.978 809
169.340 l	157.072 l	172.575 l	162.611 l	158.859 l	157.699 l	153.123 l
122.40	116.56	127.98	632.76	618.51	586.65	569.60
722.8	742.1	741.6	3891.2	3893.5	3720.1	3719.9
724.1	741.8		741.8	741.8	724.1	724.1
—	—	—	3149.4	3151.7	2996.0	2995.8
—	—	—	8453.4	8459.6	8041.7	8041.1
—	—	—	55.0	55.1	52.4	52.3
—	—	—	16.3	16.3	15.5	15.5
—	—	—	8524.7	8531.0	8109.6	8108.9

## Fortsetzung von Tabelle VIII.

II. Versuch mit dem Ochsen II.	Grosse Gasuhr	System I
2. Respirationstag,		
Beobachteter Durchgang . . . . .	2626.734 cbm	nicht ge- 151.189 l
Mittlere Temperatur °C. korr. . . . .	13.45	15.95
Aichzahl . . . . .	1.010 265	1.000 375
Korrigierter Durchgang . . . . .	2688.30 cbm	151.246 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	161.32
Daher in 1 cbm mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	1066.6
In 1 cbm äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
Daher in 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> aus der Atmung	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
Stallkorrektur (17.36 cbm) . . . . .	—	—
Korrektur für Öffnen des Futter- und Kotkastens	—	—
Gesamt-Kohlensäure aus der Atmung in g . . .	—	—
3. Respirationstag,		
Beobachteter Durchgang . . . . .	2638.454 cbm	nicht ge- 154.850 l
Mittlere Temperatur °C. korr. . . . .	13.1	15.85
Aichzahl . . . . .	1.010 265	1.000 726
Korrigierter Durchgang . . . . .	2703.34 cbm	154.962 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	125.79
Daher in 1 cbm mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	811.7
In 1 cbm äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
Daher in 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> aus der Atmung	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
Stallkorrektur (17.36 cbm) . . . . .	—	—
Korrektur für Öffnen des Futter- und Kotkastens	—	—
Gesamt-Kohlensäure aus der Atmung in g . . .	—	—
4. Respirationstag,		
Beobachteter Durchgang . . . . .	2641.336 cbm	nicht ge- 152.910 l
Mittlere Temperatur °C. korr. . . . .	12.6	15.3
Aichzahl . . . . .	1.010 265	1.001 741
Korrigierter Durchgang . . . . .	2704.78 cbm	153.176 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	112.41
Daher in 1 cbm mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	733.9
In 1 cbm äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
Daher in 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> aus der Atmung	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
Stallkorrektur (17.36 cbm) . . . . .	—	—
Korrektur für Öffnen des Futter- und Kotkastens	—	—
Gesamt-Kohlensäure aus der Atmung in g . . .	—	—

Fortsetzung von Tabelle VIII.

Äussere Luft:			Innere Luft:			
System II	System III	System IV	System V	System VI	System VII	System VIII

am 2. November 1896.

geglüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
172.074 l	158.628 l	171.465 l	159.994 l	162.510 l	160.040 l	155.962 l
16.15	16.2	16.3	16.35	16.3	16.1	16.0
0.987 045	0.995 694	1.006.213	0.996 090	0.974 113	0.982 970	0.980 657
169.845 l	157.945 l	172.530 l	159.368 l	158.303 l	157.315 l	152.063 l
179.60	172.04	188.50	654.86	654.95	614.91	597.16
1057.4	1089.2	1092.6	4109.1	4137.3	3908.8	3927.1
<u>1062.0</u>	<u>1090.9</u>		1090.9	1090.0	1062.0	1062.0
—	—	—	3018.2	3046.4	2846.8	2865.1
—	—	—	8113.8	8189.6	7653.1	7702.2
—	—	—	52.7	53.2	49.7	50.1
—	—	—	14.3	14.4	13.5	13.6
—	—	—	8180.8	8257.2	7716.3	7765.9

am 6. November 1896.

geglüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
174.343 l	158.027 l	171.678 l	158.870 l	161.667 l	161.293 l	154.790 l
16.05	16.1	16.2	16.25	16.2	16.05	15.85
0.985 222	0.995 483	1.005 973	0.996 268	0.975 063	0.981 800	0.980 056
171.767 l	157.313 l	172.703 l	158.277 l	157.636 l	158.357 l	151.703 l
138.36	129.16	141.90	604.42	604.53	577.57	552.81
805.5	821.0	821.6	3818.7	3835.0	3647.3	3644.0
<u>808.6</u>	<u>821.3</u>		821.3	821.3	808.6	808.6
—	—	—	2997.4	3013.7	2838.7	2835.4
—	—	—	8103.0	8147.1	7674.0	7665.1
—	—	—	52.4	52.7	49.6	49.5
—	—	—	14.2	14.3	13.5	13.4
—	—	—	8169.6	8214.1	7737.1	7723.0

am 10. November 1896.

geglüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
172.035 l	158.516 l	170.839 l	159.366 l	160.152 l	159.727 l	151.824 l
15.4	15.45	15.6	15.65	15.6	15.4	15.25
0.986 619	0.995 570	1.006 239	0.997 481	0.976 372	0.981 499	0.980 332
169.733 l	157.814 l	171.905 l	158.965 l	156.368 l	156.772 l	148.838 l
123.18	116.23	127.08	596.58	590.48	562.24	532.02
725.7	736.5	739.2	3752.9	3776.2	3586.4	3574.5
<u>729.8</u>	<u>737.8</u>		737.8	737.8	729.8	729.8
—	—	—	3015.1	3038.4	2856.6	2844.7
—	—	—	8155.2	8218.2	7726.5	7694.3
—	—	—	52.7	53.1	49.9	49.7
—	—	—	13.0	13.1	12.3	12.3
—	—	—	8220.9	8284.4	7788.7	7756.3



## Fortsetzung von Tabelle VIII.

II. Versuch mit dem Ochsen II.	Grosse Gasuhr	System I
5. Respirationstag,		
Beobachteter Durchgang . . . . .	2674.396 cbm	nicht ge- 154.255 l
Mittlere Temperatur °C. korr. . . . .	13.3	16.75
Aichzahl . . . . .	1.010 265	1.002 381
Korrigierter Durchgang . . . . .	2749.49 cbm	154.622 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	111.45
Daher in 1 cbm mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	720.8
In 1 cbm äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
Daher in 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> aus der Atmung	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
Stallkorrektur (17.36 cbm) . . . . .	—	—
Korrektur für Öffnen des Futter- und Kotkastens	—	—
Gesamt-Kohlensäure aus der Atmung in g . . .	—	—
III. Versuch mit		
1. Respirationstag,		
Beobachteter Durchgang . . . . .	2777.062 cbm	nicht ge- 150.530 l
Mittlere Temperatur, °C. korr. . . . .	15.3	17.05
Aichzahl . . . . .	1.008 857	1.008 700
Korrigierter Durchgang . . . . .	2827.96 cbm	151.840 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	92.24
Daher in 1 cbm mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	607.5
In 1 cbm äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
Daher in 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> aus der Atmung .	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
Stallkorrektur (17.26 cbm) . . . . .	—	—
Korrektur für Öffnen des Futter- und Kotkastens	—	—
Gesamt-Kohlensäure aus der Atmung in g . . .	—	—
2. Respirationstag,		
Beobachteter Durchgang . . . . .	2767.448 cbm	nicht ge- 150.820 l
Mittlere Temperatur, °C. korr. . . . .	13.8	16.25
Aichzahl . . . . .	1.004 857	1.004 987
Korrigierter Durchgang . . . . .	2827.79 cbm	151.572 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	97.68
Daher in 1 cbm mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	644.4
In 1 cbm äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
Daher in 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> aus der Atmung .	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
Stallkorrektur (17.26 cbm) . . . . .	—	—
Korrektur für Öffnen des Futter- und Kotkastens	—	—
Gesamt-Kohlensäure aus der Atmung in g . . .	—	—

Fortsetzung von Tabelle VIII.

Äussere Luft:			Innere Luft:			
System II	System III	System IV	System V	System VI	System VII	System VIII
am 13. November 1896.						
glüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
174.750 l	159.407 l	174.977 l	161.560 l	162.534 l	163.500 l	156.378 l
16.9	17.0	17.05	17.15	17.1	16.9	16.7
0.984 054	0.994 357	1.006 619	0.991 990	0.978 205	0.979 528	0.977 708
171.963 l	158.507 l	176.135 l	160.266 l	158.667 l	160.153 l	152.892 l
122.63	115.64	127.71	586.68	577.52	556.69	533.45
713.1	729.6	725.1	3660.7	3639.8	3476.0	3489.1
717.0	727.3		727.3	727.3	717.0	717.0
—	—	—	2933.4	2912.5	2759.0	2772.1
—	—	—	8065.4	8007.9	7585.8	7621.9
—	—	—	51.2	50.9	48.2	48.4
—	—	—	12.7	12.6	11.9	12.0
—	—	—	8129.3	8071.4	7645.9	7682.3

dem Ochsen III.

am 22. Oktober 1897.

glüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
174.468 l	159.355 l	167.804 l	153.915 l	154.420 l	153.819 l	162.523 l
17.15	17.20	17.35	17.35	17.25	17.15	17.0
0.969 897	0.982 137	0.999 988	0.976 241	1.000 675	0.973 722	0.966 440
169.216 l	156.508 l	167.802 l	150.258 l	154.524 l	149.777 l	157.069 l
102.71	95.97	102.85	660.63	682.11	620.40	654.24
607.0	613.2	612.9	4396.6	4414.3	4142.2	4165.3
607.2	613.0		613.0	613.0	607.2	607.2
—	—	—	3783.6	3801.3	3535.0	3558.1
—	—	—	10 699.9	10 749.9	9996.8	10 062.2
—	—	—	65.7	66.0	61.4	61.8
—	—	—	24.3	24.4	22.7	22.9
—	—	—	10 789.9	10840.3	10 080.9	10 146.9

am 26. Oktober 1897.

glüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
173.708 l	161.680 l	169.832 l	155.120 l	152.664 l	154.082 l	159.923 l
16.35	16.45	16.6	16.65	16.5	16.45	16.4
0.968 242	0.980 801	0.999 375	0.974 920	0.998 203	0.973 236	0.979 864
168.191 l	158.576 l	169.726 l	151.230 l	152.390 l	149.958 l	156.703 l
108.15	103.11	110.44	655.83	660.19	609.52	636.69
643.0	650.2	650.7	4336.6	4332.2	4064.6	4063.0
643.7	650.4		650.4	650.4	643.7	643.7
—	—	—	3686.2	3681.8	3420.9	3419.3
—	—	—	10 423.8	10 411.4	9673.6	9669.1
—	—	—	64.0	63.9	59.4	59.4
—	—	—	23.7	23.7	22.0	22.0
—	—	—	10 511.5	10 529.0	9755.0	9750.5

Versuchs-Stationen L.

## Fortsetzung von Tabelle VIII.

III. Versuch mit dem Ochsen III.	Grosse Gasuhr	System I
3. Respirationstag,		
Beobachteter Durchgang . . . . .	2791.681 cbm	nicht ge- 153.819 l
Mittlere Temperatur °C. korr. . . . .	13.7	16.45
Aichzahl . . . . .	1.008 857	1.008 166
Korrigierter Durchgang . . . . .	2855.93 cbm	155.075 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	118.80
Daher in 1 cbm mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	766.1
In 1 cbm äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
Daher in 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> aus der Atmung	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
Stallkorrektur (17.26 cbm) . . . . .	—	—
Korrektur für Öffnen des Futter- und Kotkastens	—	—
Gesamt-Kohlensäure aus der Atmung in g . . .	—	—
4. Respirationstag,		
Beobachteter Durchgang . . . . .	2803.914 cbm	nicht ge- 153.275 l
Mittlere Temperatur °C. korr. . . . .	12.45	15.1
Aichzahl . . . . .	1.008 857	1.007 468
Korrigierter Durchgang . . . . .	2867.15 cbm	154.420 l
Darin mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	106.65
Daher in 1 cbm mg CO <sub>2</sub> . . . . .	—	690.6
In 1 cbm äusserer Luft im Durchschnitt mg CO <sub>2</sub>	—	—
Daher in 1 cbm Luft mg CO <sub>2</sub> aus der Atmung	—	—
Im ganzen Luftstrom g CO <sub>2</sub> . . . . .	—	—
Stallkorrektur (17.26 cbm) . . . . .	—	—
Korrektur für Öffnen des Futter- und Kotkastens	—	—
Gesamt-Kohlensäure aus der Atmung in g . . .	—	—

Im Vergleich zu den G. KÜHN'schen Untersuchungen<sup>1)</sup> würde der in Rede stehenden Kleie eine sehr hohe Verdaulichkeit eigen gewesen sein, und somit wäre auch der oben berechnete Nutzeffekt eher zu hoch, als zu niedrig ausgefallen. Derselbe ist, wie auch die Werte für das Wiesenheu, geeignet, zu zeigen, dass die von RUBNER<sup>2)</sup> für die Bestandteile der gemischten Kost des Menschen angegebenen Zahlen (für je 1 g Eiweiss 4.1, Kohlehydrat 4.1

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift 44. Bd., 1894, S. 104.

<sup>2)</sup> Zeitschrift f. Biologie, 21. Bd., 1885, S. 377.

Fortsetzung von Tabelle VIII.

Äussere Luft:			Innere Luft:			
System II	System III	System IV	System V	System VI	System VII	System VIII

am 29. Oktober 1897.

glüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
175.283 l	161.008 l	171.457 l	155.613 l	154.335 l	155.487 l	164.197 l
16.55	16.65	16.75	16.8	16.65	16.65	16.4
0.968 934	0.980 308	0.998 926	0.975 289	0.998 826	0.973 994	0.979 804
169.838 l	157.837 l	171.273 l	151.768 l	154.154 l	151.443 l	160.881 l
129.65	123.21	133.71	681.66	691.17	638.43	675.08
763.4	780.6	780.7	4491.5	4483.6	4215.6	4196.1
<u>764.8</u>	<u>780.7</u>		780.7	780.7	764.8	764.8
—	—	—	3710.8	3702.9	3450.8	3431.3
—	—	—	10 597.8	10 575.2	9855.2	9799.6
—	—	—	64.4	64.3	59.9	59.6
—	—	—	22.3	22.3	20.7	20.6
—	—	—	10 684.5	10 661.8	9935.8	9879.8

am 2. November 1897.

glüht	geglüht		geglüht		nicht geglüht	
175.305 l	161.704 l	173.318 l	155.907 l	153.965 l	155.135 l	162.679 l
15.2	15.3	15.4	15.45	15.35	15.3	15.1
0.970 450	0.981 330	1.000 826	0.976 992	0.999 026	0.973 094	0.986 631
170.125 l	158.685 l	173.461 l	152.320 l	153.815 l	150.961 l	160.504 l
116.61	110.27	120.83	654.10	662.69	610.02	651.53
685.4	694.9	697.2	4294.2	4308.3	4040.9	4059.3
<u>688.0</u>	<u>696.0</u>		696.0	696.0	688.0	688.0
—	—	—	3598.2	3611.3	3352.9	3371.3
—	—	—	10 316.6	10 354.1	9613.3	9666.0
—	—	—	62.5	62.7	58.2	58.5
—	—	—	21.6	21.7	20.2	20.3
—	—	—	10 400.7	10 438.5	9691.7	9744.8

und Fett 9.3 Cal.) keine Gültigkeit für die Verhältnisse beim Wiederkäuer besitzen, und dass Berechnungen von Fütterungsnormen auf der Grundlage dieser Zahlen ganz falsche Ergebnisse liefern müssen.

Kaum sind nämlich von uns die ersten Schritte zur Erforschung des Energiehaushaltes landwirtschaftlicher Nutztiere gethan, so wird von anderer Seite schon der Versuch gemacht, Futterberechnungen mit Hilfe von Energiewerten auszuführen. Noch ist keine einzige Untersuchung über den Umsatz und die Verwertung der Energie bei Produktionsfutter bekannt geworden,

noch kennen wir nicht einmal den physiologischen Nutzeffekt der einzelnen Nährstoffe für den Pflanzenfresser, und dennoch unternimmt es C. LEHMANN-Berlin<sup>1)</sup> in Vorträgen für landwirtschaftliche Wanderlehrer, Rechnungen über den Energiebedarf von Milchvieh und Masttieren anzustellen! Fürwahr, je weniger Manche auf dem Gebiete experimenteller Forschung selbständig geleistet haben, um so grösser ist der Mut, Systeme von wissenschaftlichem Anstrich aus Nichts zu konstruieren, und um so grösser gleichzeitig die Nichtachtung derjenigen Fortschritte, zu welchen die ernste Arbeit Anderer geführt hat. Wohl hat ein GUSTAV KÜHN nahezu 10 Jahre gebraucht, um festzustellen, dass das Stärkemehl und die stickstofffreien Extraktstoffe ebenso, wie die Rohfaser, an der Methangärung im Verdauungskanal der Wiederkäuer beteiligt sind, nach C. LEHMANN<sup>2)</sup> aber hätte man sich dies „von vornherein sagen können“! — Der Standpunkt eines Dilettanten lässt sich kaum treffender kennzeichnen, als durch einen derartigen Ausspruch.<sup>3)</sup>

1) Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft. 28. Heft, 1897, S. 76 ff.

2) A. a. O. S. 114.

3) Vergl. KNOP, der Kreislauf des Stoffs, 2. Bd., 1868, S. 304.

## II. Fütterungsversuche mit Schafen.

### Über die Verdaulichkeit mehrerer Arten getrockneter Schlempe.

Von

Prof. Dr. O. KELLNER (Ref.),

Dr. A. KÖHLER, Dr. F. BARNSTEIN und Dr. L. HARTUNG.

---

Unter denjenigen Abfällen von der Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte, welche seit einiger Zeit in Trocknungsanlagen zu wertvollen Handelsfuttermitteln verarbeitet werden, nehmen die getrockneten Schlempen sowohl dem Umfange ihrer Verwendung als ihrem Nährstoffgehalte nach eine hervorragende Stellung ein. Über ihre Verwertung im Tierkörper ist noch wenig bekannt. Wohl ist es sicher, dass infolge der teilweisen Entfernung der Kohlehydrate durch den Maisch- und Gärungsprozess die organische Substanz der Schlempe, namentlich der stickstofffreie Teil derselben, eine geringere Verdaulichkeit aufweisen wird, als die Rohstoffe, aus denen sie gewonnen ist. Aber nicht bloss die Kohlehydrate werden von den Vorgängen bei der Alkoholherzeugung berührt, auch die stickstoffhaltigen Substanzen erleiden Veränderungen, indem ein Teil derselben von der Hefe assimiliert<sup>1)</sup> und in Verbindungen übergeführt wird, deren Verdaulichkeit eine andere sein kann, als die des Rohproteins der angewandten Rohmaterialien. Schon das Dämpfen der letzteren unter Druck bewirkt, wie wir wissen, solche Veränderungen,<sup>2)</sup> und das Trocknen der vergorenen Maischen wird sich ebenfalls nicht ohne Beeinflussung der Löslichkeit des Proteins vollziehen, zumal ansehnliche Mengen von Milchsäure<sup>3)</sup>

---

<sup>1)</sup> P. BEHREND und A. MORGEN, Diese Zeitschr. 24. Bd., 1880, S. 179.

<sup>2)</sup> G. KUHN, diese Zeitschr. 29. Bd., 1883, S. 1.

<sup>3)</sup> O. KELLNER, diese Zeitschr. 39. Bd., 1891, S. 111.

mit dem Hefegut in die Maischen eingeführt, bezw. in den letzteren erzeugt, beim Trocknen der Schlempe konzentriert werden und bei letzterer Operation die Anwendung höherer Hitzegrade nicht zu umgehen ist. Da in Anbetracht aller dieser Umstände eine Schätzung der Verdaulichkeit der getrockneten Schlempen nicht möglich ist, so erschien es uns wünschenswert, den Ausnutzungsgrad dieser Abfallprodukte durch Versuche am Tier zu ermitteln.

Wir benützten hierbei fünf Sorten Schlempe, welche nach der mikroskopischen Untersuchung aus folgenden Rohmaterialien gewonnen waren:

- I. Mais und Roggen, mit Kartoffeln und etwas Gerste;
- II. Vorwiegend aus Hafer und Mais, mit etwas Gerste;
- III. Mais, Gerste und Hafer;
- IV. Roggen, Mais und Hafer mit etwas Gerste, und
- V. Gerste und Mais, mit Roggen und Kartoffeln.

Die chemische Untersuchung getrockneter Schlempen bietet bekanntlich gewisse Schwierigkeiten, die hauptsächlich auf die Anwesenheit flüchtiger organischer Säuren, Milchsäure und Fettsäuren, sowie Glycerin zurückzuführen sind. Bestimmt man die Trockensubstanz in der gewöhnlichen Weise im Wasserstoffstrom, so stellt sich oft, selbst nach tagelangem Trocknen, infolge der langsamen Verdampfung der genannten Substanzen immer noch eine merkliche Gewichtsabnahme ein, welche kaum vollständig nachlässt. Noch unsicherer ist die Fettbestimmung, der ja Trocknung vorausgehen hat; in dem zur Extraktion des Fettes dienenden wasserfreien Äther löst sich nicht bloss das Fett, sondern auch Milchsäure und andere organische Säuren, sowie nach unseren Beobachtungen auch ein Teil des Glycerins. — Wir sahen uns daher zunächst veranlasst, die Bestimmung der Trockensubstanz durch Austrocknen der flach ausgebreiteten, fein gemahlten Substanz über einem Gemisch von Phosphorsäureanhydrid und konzentrierter Schwefelsäure im Vakuum bei Zimmertemperatur vorzunehmen; zwar verflüchtigte sich auch hier etwas organische Substanz, wie aus der allmählich eintretenden Verfärbung des Trocknungsmittels zu schliessen war; indessen kann es sich hierbei nur um Spuren flüchtiger Stoffe gehandelt haben, da die Schwefelsäure nur eine schwachbräunliche Färbung annahm. — Wir bestimmten ferner den Ge-

wichtsverlust beim Trocknen im Wasserstoffstrom, sowie im Dampftrockenschrank bei 100° C. und erhielten hierbei folgende Zahlen für die prozentische Menge des Trockenrückstandes:

	Schlempe No. I	II	III	IV	V
Im Vacuum . . . . .	93.67	88.84	91.66	90.93	90.46
„ Wasserstoffstrom . . . . .	89.38	87.72	90.55	87.25	87.45
„ Luftbade . . . . .	89.47	88.43	90.41	88.15	87.45
Dauer des Trocknens:					
Im Vacuum, Tage . . . . .	32	70	31	82	18
„ Wasserstoffstrom, Stunden . . . . .	77	14	14	56	42
„ Luftbade desgl. . . . .	49	17	60	22	34

Bei allen diesen Untersuchungen war das Trocknen so lange fortgesetzt worden, bis bei den letzten 2 Wägungen nur ganz minimale Gewichtsabnahme eintrat.

Die obigen Zahlen lehren, dass der Verlust an flüchtigen Substanzen im Wasserstoffstrom bis zu 4% der angewandten Substanz betrug. Beim Trocknen an der Luft war die Gewichtsverminderung zumeist ein wenig geringer, zweifellos deshalb, weil einerseits die Ventilation schwächer war, als in den LIEBIG'schen Trockenröhren, und andererseits wahrscheinlich etwas Fett oxydiert wurde; letzteres schliessen wir daraus, dass die im Trockenschranke befindliche Substanz regelmässig, nachdem die grösste Gewichtsverminderung eingetreten war, eine stetig fortschreitende Gewichtszunahme erfuhr, wobei gleichzeitig die Löslichkeit des Fettes in Äther abnahm.

Die Substanz, welche in der eben beschriebenen Weise getrocknet worden war, wurde darauf mit wasser- und alkohol-freiem Äther extrahiert, das Extrakt in langhalsigen Kölbchen 2—3 Stunden getrocknet und gewogen. Folgendes waren die hierbei erlangten Ergebnisse, welche auf lufttrockene Schlempe berechnet sind:

	Schlempe No. I	II	III	IV	V
Getrocknet im Vakuum . . . . .	15.69%	5.53%	14.92%	7.06%	8.94%
„ „ Wasserstoffstrom . . . . .	12.09 „	5.36 „	8.62 „	6.48 „	8.47 „
„ „ Luftbade . . . . .	5.54 „	3.94 „	3.55 „	5.94 „	3.86 „

Die Methode, welche man zur Entfernung des Wassers aus der Schlempe benützt, hat hiernach einen recht bedeutenden Einfluss auf die Ausbeute an Ätherextrakt.<sup>1)</sup> Durch die Trocknung

<sup>1)</sup> Vergleiche hierzu die in gleicher Richtung angestellten Arbeiten des Verbandes landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche, diese Zeitschrift 35. Band, 1888, Seite 448.



im Wasserstoffstrom werden, wie zu erwarten, die schon bezeichneten flüchtigen Verbindungen, die sonst teilweise oder gänzlich vom Äther aufgenommen werden, entfernt; bei Benützung LIEBIG'scher Trockenröhren sieht man dieselben in Form öligler Tropfen die Glaswandungen nach der Ausführungsöffnung zu überdestillieren. Wie gross die Menge an ätherlöslichen Stoffen, welche auf solche Weise zu Verluste geht, sein kann, erkennt man aus den Zahlen für die Schlempe III, deren Ätherextrakt bei diesem Verfahren gegenüber der Entwässerung im Vakuum um 40 Prozent niedriger ausfiel. — Noch niedriger stellte sich infolge von Oxydationsvorgängen die Ausbeute an ätherlöslichen Stoffen in der an der Luft getrockneten Substanz. Bei der Schlempe I und III ist diese Verminderung der Löslichkeit in Äther sehr bedeutend, indem die an der Luft getrocknete Substanz 64.7, bzw. 76.2% weniger Extrakt lieferte, als die im Vakuum entwässerte Schlempe.

Um weiter einen ungefähren Anhalt zur Beurteilung der Menge freier Säuren und Glycerin zu gewinnen, welche in das Rohfett übergehen, haben wir die lufttrockne Substanz ohne vorherige Entwässerung mit Äther extrahiert und dabei etwas trocknen, frischgefällten kohlensauren Kalk in das Extraktionskölbchen gebracht. Der Auszug wurde filtriert, mit Äther verdünnt und darauf wiederholt mit Wasser ausgeschüttelt. Es musste auf diesem Wege gelingen, die extrahierte Milchsäure in das Kalksalz zu verwandeln, also abzuscheiden, und das Glycerin durch das Wasser dem Rohfett zu entziehen. Selbstverständlich wurde hierbei nicht bloss Milchsäure und Glycerin, sondern auch ein Teil der freien Fettsäuren abgeschieden; ein anderer Teil der letzteren verblieb in der ätherischen Fettlösung. Die Menge des so erhaltenen gereinigten Ätherextraktes betrug in Prozenten der lufttrocknen Substanz:

Schlempe No. I	II	III	IV	V
13.48	5.02	13.70	7.09	8.85,

mithin weniger als bei der Extraktion der im Vakuum getrockneten Substanz:

2.21	0.51	1.22	0	0.09.
------	------	------	---	-------

Diejenigen Schlempen (No. I und III), welche infolge des Trocknens im Wasserstoffstrom die grösste Einbusse an ätherlöslichen Stoffen erlitten hatten, weisen also auch hier gegenüber

der Löslichkeit der im Vakuum entwässerten Substanz die absolut grössten Differenzen auf.

Ähnliche Zahlen, wie bei dem eben erwähnten Reinigungsverfahren, erhielten wir, als wir die Schlemphen im lufttrocknen Zustande zunächst mit Wasser vollständig auslaugten, sodann rasch im Luftbade trockneten und darauf mit Äther extrahierten. Die Ausbeute an Rohfett betrug hierbei:

Schlempe No.	I	II	III	IV	V
	13.17%	5.13%	12.26%	6.88%	8.35%

Diese Zahlen liegen etwas niedriger, als diejenigen, welche nach der Behandlung des Ätherextraktes mit kohlenurem Kalk und Wasser gewonnen worden waren. Vermutlich hatte die Schlempe bei direkter Behandlung mit Wasser etwas grössere Mengen freier Fettsäuren abgegeben, als da, wo erst der ätherische Auszug mit Wasser ausgeschüttelt wurde.

Im allgemeinen darf man diesen Untersuchungen entnehmen, dass die Mengen des Glycerins und der Milchsäure, welche der entwässerten Schlempe durch wasser- und alkoholfreien Äther entzogen werden, nicht gross sein können. Ein Teil dieser Stoffe wird offenbar, wie auch Graf von TÖRRING<sup>1)</sup> beobachtete, schon bei der fabrikmässigen Herstellung der Schlempe in den Trockenanlagen entfernt.

Wir haben ferner noch die vom Verbands landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen Reich vereinbarte Methode der Fettbestimmung auf die 5 Schlempesorten angewandt. Es wurden je 5 g Substanz 3 Stunden bei 100° C. in offenen Wägegläschen getrocknet und darauf mit Äther extrahiert. In Prozenten der lufttrockenen Substanz wurde hierbei erhalten:

Schlempe No.	I	II	III	IV	V
Trockenrückstand	93.00	89.10	91.99	90.31	90.02
Rohfett . . . .	15.03	5.51	13.71	6.60	8.41.

Das hier gewonnene Rohfett wurde mit alkoholischer Natronlauge ( $\frac{1}{10}$  normal) titriert, wobei an letzterer auf 1 g des Fettes verbraucht wurden:

I	II	III	IV	V
15.5 ccm	23.7 ccm	10.1 ccm	8.5 ccm	8.2 ccm.

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift 36. Bd., 1889, S. 55 und 56.

Die hier erlangten Zahlen für den Trockenrückstand und das Ätherextrakt kommen denjenigen ziemlich nahe, welche man bei der Entwässerung im Vakuum gefunden hatte; im Durchschnitt der 5 Untersuchungen wurde erhalten:

an Trockenrückstand:	
bei 3stündigem Trocknen bei 100° C. . . . .	90.88%
„ der Entwässerung im Vakuum . . . . .	91.11 „
an Rohfett:	
bei 3stündigem Trocknen bei 100° C. . . . .	9.85%
„ der Entwässerung im Vakuum . . . . .	10.43 „

Da 3stündiges Trocknen bei 100° C. keinesfalls zur vollständigen Entfernung des hygroskopischen Wassers aus den Schlemphen genügt, so muss in Anbetracht der nahen Übereinstimmung des nach beiden Methoden gefundenen Trockenrückstandes bei dem 3stündigen Trocknen offenbar eine Kompensation derart eingetreten sein, dass der noch zurückbleibende Rest von Feuchtigkeit sehr nahe der Menge der verflüchtigten Substanz gleich kam. Eine kleine Menge Fett war hierbei infolge von Oxydation bereits unlöslich geworden.

Um schliesslich zu entscheiden, ob das nach der Verbandsmethode erhaltene Ätherextrakt in seinem Nährwert den wirklichen Fetten gleichkommt, haben wir uns durch vollständige Extraktion grösserer Mengen der Schlemphen einen Vorrat dieses Fettes verschafft und nach vollständiger Austrocknung über Schwefelsäure-Phosphorsäureanhydrid den thermischen Wert desselben durch Verbrennen in der MAHLER'schen Bombe<sup>1)</sup> ermittelt. Der hohe, vereinzelt über 20% betragende Gehalt der getrockneten Schlemphen an Ätherextrakt machte es besonders wünschenswert, über diesen Punkt Klarheit zu erlangen. Wir haben daher ausser den 5 Proben, welche zu den Ausnützungsversuchen dienten, noch zwei weitere Proben Schlempe in dieser Richtung untersucht, von denen die eine, No. VI, 37.31% Rohprotein und 12.23% Fett und die andere, No. VII, 25% Rohprotein und 19.7% Fett enthielt; die erstere Schlempe (No. VI) war nicht mikroskopisch untersucht worden, No. VII bestand aus Mais, Roggen, Weizen und wenig Gerste (Malz).

Die Untersuchung der nach der Methode des Verbandes landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift 47. Bd., 1896, S. 292.

Reiche hergestellten, in obiger Weise entwässerten Ätherextrakte ergab nun folgende Wärmewerte für je 1 g:

Schlempe No. I	9156.7 cal.	Schlempe No. IV	9349.3 cal.
" "	II 9161.2 "	" "	V 9360.8 "
" "	III 8352.2 "	" "	VI 9262.7 "
		Schlempe No. VII	9265.9 cal.

Nach **STOHMANN**<sup>1)</sup> beträgt der Wärmewert des Ätherextraktes von Leinsamen 9262, von Hanfsamen 9348, von Mohn 9470, von Senf 9543, von Raps 9594 und von Rübsen 9604 cal. Hiernach ist zwischen diesen Arten von Ätherextrakt und denjenigen der getrockneten Schlempen kein grosser Unterschied. Man darf es daher aussprechen, dass das Ätherextrakt der Schlempe im allgemeinen aus wirklichem Fett besteht und dass man bei Futterberechnungen dasselbe mit Recht als gleichwertig mit dem Rohfett der Ölsamen in Rechnung stellen darf.

Eine Ausnahme bildet nur die Schlempe No. III, deren Ätherextrakt einen geringeren Wärmewert besass, als das der übrigen 6 Schlempen. Im Zusammenhange hiermit scheint es zu stehen, dass diese Schlempe durch das Trocknen im Wasserstoffstrom die grösste Einbusse an Ätherextrakt aufwies, letzterer also zum grossen Teile aus leicht flüchtigen Stoffen bestand, unter denen Glycerin, Milchsäure und flüchtige Fettsäuren demnach in relativ beträchtlichster Menge vorkamen.

Zu den nunmehr zu beschreibenden Ausnützungsversuchen dienten zwei ausgewachsene Hammel (Kreuzung zwischen Landschaf und Southdowns), welche ausser den erwähnten 5 Sorten Schlempe noch ein Wiesenheu mittlerer Güte erhielten, von welchem ein grösserer Vorrat zu Häcksel von circa 3 cm Länge geschnitten und sorgfältig gemischt worden war. Die Futtermittel hatten folgende prozentische Zusammensetzung der Trockensubstanz:<sup>2)</sup>

	Schlempe					
	Wiesenheu I	I	II	III	IV	V
Rohprotein . . . . .	10.00	28.87	21.09	33.32	29.04	27.39
Stickstofffreie Extraktstoffe . . . . .	53.13	37.42	49.02	35.37	48.75	50.87
Rohfett . . . . .	2.58	16.75	6.22	16.22	7.76	9.88
Rohfaser . . . . .	27.23	12.91	20.16	12.53	8.86	5.89
Asche (frei von CO <sub>2</sub> ) . . . . .	7.06	4.05	3.51	2.56	5.59	5.97
Gesamt-Stickstoff . . . . .	1.600	4.619	3.374	5.331	4.647	4.382
Eiweiss-Stickstoff . . . . .	1.393	4.085	3.269	5.178	3.825	3.521
Nicht-Eiweiss-Stickstoff . . . . .	0.207	0.534	0.105	0.153	0.822	0.861

<sup>1)</sup> Zeitschrift für Biologie 31. Band, 1895, S. 380.

<sup>2)</sup> Die Zusammensetzung der Schlempen bezieht sich auf die im Vakuum entwässerte Substanz.

Die Futtermittel wurden in 8 Einzelperioden auf ihre Verdaulichkeit geprüft. Die täglichen Rationen waren zusammengesetzt, wie folgt:

Periode	I.	800 g	Wiesenheu	mit	85.20%	=	681.6 g	Trockensubstanz	
"	II.	800 "	"	"	84.90 "	=	679.2 "	"	und
		200 "	Schlempe I	"	93.65 "	=	187.3 "	"	
							<u>zusammen</u>	866.5 g	"
"	III.	800 "	Wiesenheu	mit	84.20%	=	673.6 "	"	und
		300 "	Schlempe II	"	89.29 "	=	267.9 "	"	
							<u>zusammen</u>	941.5 g	"
"	IV.	800 "	Wiesenheu	mit	85.69%	=	685.5 "	"	und
		300 "	Schlempe III	"	91.46 "	=	274.4 "	"	
							<u>zusammen</u>	959.9 g	"
"	V.	800 "	Wiesenheu	mit	85.53%	=	684.2 "	"	
"	VI.	800 "	"	"	87.34 "	=	698.7 "	"	und
		300 "	Schlempe IV	"	90.61 "	=	271.8 "	"	
							<u>zusammen</u>	970.5 g	"
"	VII.	800 "	Wiesenheu	mit	86.84%	=	691.9 "	"	und
		300 "	Schlempe V	"	90.46 "	=	271.4 "	"	
							<u>zusammen</u>	963.3 g	"
"	VIII.	800 "	Wiesenheu	mit	87.30%	=	698.4 "	"	

Ausserdem wurde täglich pro Kopf 8 g Kochsalz gereicht.

Jede der 8 Perioden dauerte 16—20 Tage. Die Bestimmung des Lebendgewichtes, Tränkwassers und die Wägungen und Untersuchungen des Kotes wurden stets an den letzten 10 Tagen einer jeden Periode ausgeführt.

Das zugewogene Futter wurde immer vollständig verzehrt, nur in der VII. Periode liess der Hammel I Reste, welche, auf die 10tägige Periode bezogen, aus 27.8 g Heu- und 317.2 g Schlempe-Trockensubstanz bestanden; das betreffende Tier hatte somit pro Tag verzehrt an Trockensubstanz im Wiesenheu 691.9 g und in der Schlempe V 239.7 g, zusammen also 931.6 g.

Über die Stalltemperatur, die Veränderungen des Lebendgewichtes der Tiere, den Tränkwasserkonsum und die Kotalausscheidung geben die im Anhang unter No. I befindlichen Tabellen (S. 308) Auskunft.

Die Analyse des Kotes lieferte folgende, auf Trockensubstanz berechnete Zahlen:

Periode	I, Hammel		Rohprotein	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfett	Rohfaser	Asche
	I	I . .	10.63	45.77	2.83	28.80	11.97
"	"	II . .	11.94	44.30	2.85	28.54	12.37
"	II,	I . .	17.49	40.61	2.76	25.49	13.65
"	"	II . .	17.16	42.56	2.98	23.96	13.34
"	III,	I . .	11.04	47.73	2.26	28.65	10.32
"	"	II . .	11.96	47.82	2.46	27.51	10.85
"	IV,	I . .	18.26	41.29	3.20	24.37	12.88
"	"	II . .	18.43	42.18	3.25	23.29	12.85
"	V,	I . .	12.29	42.86	3.03	28.74	13.08
"	"	II . .	11.82	43.83	3.20	27.86	13.29
"	VI,	I . .	17.66	41.75	2.71	25.68	12.20
"	"	II . .	17.56	42.69	2.99	23.92	12.84
"	VII,	I . .	17.97	40.82	2.74	26.40	12.07
"	"	II . .	18.26	41.41	2.93	24.44	12.96
"	VIII,	I . .	10.95	44.78	2.94	29.45	11.88
"	"	II . .	10.99	44.86	3.05	28.21	12.89

Aus der Menge und Zusammensetzung des Futters und Kotes lässt sich nun die Ausnutzung des Futters berechnen, was in den unter No. II im Anhang befindlichen Tabellen (S. 313) geschehen ist. Da es für Untersuchungen der vorliegenden Art von grösster Wichtigkeit ist, die Verdaulichkeit des Rauhfutters mit der grösstmöglichen Sicherheit festzustellen, so waren in den Versuchsplan 3 Perioden (I, V und VIII) mit ausschliesslicher Wiesenheufütterung aufgenommen worden, aus denen sich die folgenden Verdauungskoeffizienten ableiten lassen.

## Hammel 1.

Periode	Trocken- substanz	Organische Substanz	Roh- protein	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh- fett	Roh- faser	Rein- Eiweiss
Periode I . . .	63.1	65.0	60.9	68.2	59.7	60.9	73.1
" V . . .	61.9	64.3	53.1	69.2	55.4	59.7	63.9
" VIII . . .	61.9	63.8	58.2	67.9	56.7	58.7	69.7
Im Durchschnitt:	62.3	64.4	57.4	68.4	57.3	59.8	68.9

## Hammel II.

Periode I . . .	62.7	64.9	55.6	68.9	59.1	60.9	67.0
" V . . .	62.4	64.9	55.6	69.0	53.7	61.6	66.9
" VIII . . .	62.3	64.7	58.6	68.2	55.6	61.0	70.4
Im Durchschnitt:	62.5	64.8	56.6	68.7	56.1	61.2	68.1
Im Durchschnitt beider Tiere:	62.4	64.6	57.0	68.5	56.7	60.5	68.5

Trotz der temporären Schwankungen in dem Verdauungsvermögen der beiden Tiere zeigen die aus den Ergebnissen der drei Perioden berechneten Mittelzahlen eine sehr nahe Übereinstimmung. Der Gehalt des Wiesenheues I betrug hiernach:

	an Rohnähr- stoffen	an verdaulichen Nährstoffen
Rohprotein . . . . .	10.00 %	5.70 %
Rein-Eiweiss . . . . .	8.71 „	5.97 „
Stickstofffreie Extraktstoffe . . . . .	53.13 „	36.39 „
Rohfett . . . . .	2.58 „	1.46 „
Rohfaser . . . . .	27.23 „	16.47 „

Bei der Berechnung der Verdaulichkeit der getrockneten Schlempen haben wir nun für die Ausnützung des Wiesenheues die oben für jedes Tier gesondert berechneten Verdauungskoeffizienten in Ansatz gebracht. Die Einzelbestandteile der getrockneten Schlempen sind darnach in folgenden prozentischen Mengen verdaut worden:

Schlempe I.							
	Trocken- substanz	Organische Substanz	Roh- protein	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh- fett	Roh- faser	Rein- Eiweiss
Hammel I . . . . .	64.0	69.6	48.8	75.2	95.5	66.1	48.5
„ II . . . . .	59.2	63.9	49.5	60.1	93.0	68.2	48.7
Im Durchschnitt:	61.2	66.7	49.1	67.6	94.2	67.1	48.6
Schlempe II.							
Hammel I . . . . .	58.6	59.7	79.5	53.5	95.2	43.0	86.1
„ II . . . . .	59.9	61.1	79.5	54.1	92.2	48.3	85.9
Im Durchschnitt:	59.2	60.4	79.5	53.8	93.7	45.6	86.0
Schlempe III.							
Hammel I . . . . .	77.4	80.4	67.9	82.3	93.9	91.3	73.1
„ II . . . . .	79.5	81.8	69.4	83.5	94.8	92.4	74.5
Im Durchschnitt:	78.5	81.1	68.6	82.9	94.3	91.8	73.8
Schlempe IV.							
Hammel I . . . . .	73.8	75.6	62.9	83.1	93.4	60.6	62.6
„ II . . . . .	74.6	76.7	64.8	81.1	90.5	77.6	65.1
Im Durchschnitt:	74.2	76.1	63.8	82.1	91.9	69.1	63.8
Schlempe V.							
Hammel I . . . . .	68.9	74.6	57.3	86.9	94.4	30.8	53.6
„ II . . . . .	73.0	75.1	59.8	83.1	92.8	50.3	56.6
Im Durchschnitt:	70.9	74.8	58.5	85.0	93.6	40.5	55.1

Man erkennt aus diesen Ergebnissen, dass die Verdaulichkeit der getrockneten Schlempen, wie zu erwarten war, innerhalb weiter Grenzen schwankt. Den niedrigsten Ausnützungsgrad der gesamten organischen Substanz (60.4%) zeigt die Schlempe No. II, offenbar infolge ihres Reichthums an Haferspelzen, der sich schon durch den hohen Rohfasergehalt zu erkennen giebt; dieselbe Schlempe zeigt aber auch die höchste Verdaulichkeit des Proteins. Auf der anderen Seite war die hauptsächlich aus Mais bestehende Schlempe III, welche am

reichsten an Protein und Fett war, im allgemeinen am besten verdaut worden. Eine andere, in der chemischen Zusammensetzung ihr sehr nahe stehende Schlempe No. I, welche aus Mais und Roggen, sowie Kartoffeln und Gerste bestand, war dagegen in erheblich geringerem Umfange ausgenützt worden und lässt von allen Schlempen die geringste Verdaulichkeit des Proteins erkennen. Im ganzen lässt sich aus den Versuchen nur schliessen, dass weder die Art der Rohmaterialien, aus denen die Schlempen gewonnen sind, noch die chemische Zusammensetzung einen sicheren Schluss auf die Verdaulichkeit dieser Abfallstoffe zulässt. Es würde daher im wohlverstandenen Interesse der Fabriken liegen und von den Landwirten anzustreben sein, dass bei diesen sonst wertvollen Futtermitteln nicht bloss der Gehalt an Rohprotein, sondern auch die Verdaulichkeit des letzteren in die Garantieleistung aufgenommen werde.

Zweifellos sind die grossen Schwankungen der Verdauungskoeffizienten des Rohproteins (49—79.5) in erster Linie abhängig von dem Hitzegrad und der Zeitdauer, welche beim Trocknen der Schlempen eingehalten oder nicht eingehalten werden. Wo die mechanische Beschaffenheit, insbesondere der Gehalt an strohigen Teilchen (Spelzen) die Austrocknung erleichtert, namentlich wo man durch Filtrieren, Pressen oder Abschleudern die löslichen von den unlöslichen Teilen der Schlempe trennt und nur die letzteren in den Trockenapparaten verarbeitet, da wird sich vermutlich dem Protein ein höherer Verdauungsgrad erhalten lassen, und umgekehrt, je teigartiger die Masse ist, um so schwieriger wird ein trocknes Produkt zu erzielen sein, und um so stärker wird auch die Verdaulichkeit des Proteins vermindert werden. Unsere Versuche scheinen zu diesen Verhältnissen in der That eine deutliche Illustration zu liefern. Sehen wir von der Schlempe I ab, die wahrscheinlich überhitzt worden war, so stellt sich

	bei No. II	III	IV	V
der Rohfasergehalt auf . . . . .	20.16%	12.53%	8.86%	5.89%
der Verdauungskoeffizient für das Rein-				
Eiweiss auf . . . . .	86.0 „	73.8 „	63.8 „	55.1 „

Bei den übrigen Nährstoffen lassen sich die Beziehungen dieser oder ähnlicher Art nicht auffinden. Das Fett ist überall sehr hoch (zu 92—94%) ausgenützt, und auch die stickstofffreien Extraktstoffe, deren Verdaulichkeit jedenfalls von dem Vergärungsgrad der Maische abhängig ist, sind in



einzelnen Fällen (No. III, IV und V) noch in beträchtlichem Umfange (zu 82—85%) verdaut worden.

Auf Grund der vorgeführten Untersuchungen stellt sich der Gehalt der Schlempe an verdaulichen Nährstoffen in der Trockensubstanz auf folgende Zahlen:

	I	II	III	IV	V
Rohprotein . . . . .	14.18%	16.77%	22.86%	18.53%	16.02%
Stickstofffreie Extraktstoffe .	25.30 „	26.37 „	29.32 „	40.02 „	43.24 „
Rohfett . . . . .	15.78 „	5.83 „	15.30 „	7.13 „	9.25 „
Rohfaser . . . . .	8.66 „	9.19 „	11.50 „	6.12 „	2.39 „
Rein-Eiweiss . . . . .	12.41 „	17.57 „	23.88 „	15.25 „	12.13 „

## Anhang.

Tabelle I.

Stalltemperatur, Lebendgewicht, Tränkwasser und Kotsausscheidung.

Datum	Stall- temperatur ° C.	Lebend- gewicht kg	Tränk- wasser g	Kotsausscheidung:		
				frisch g	Trockensubstanz %	g
1894.						
Periode I. Hammel I. 800 g Wiesenheu + 8 g Kochsalz.						
11. Dezember	15.4	56.0	1500	539	47.52	256.1
12. „	15.4	56.0	1338	596	45.71	272.4
13. „	15.0	56.0	1356	602	39.70	239.0
14. „	15.0	56.0	1292	527	45.77	241.2
15. „	15.4	56.0	1463	561	46.16	259.0
16. „	15.3	56.5	1250	605	45.38	274.5
17. „	15.3	56.0	1264	548	46.68	255.8
18. „	15.2	56.0	1101	507	44.75	226.9
19. „	14.9	56.0	1361	399	47.28	188.6
20. „	16.0	56.0	1811	747	40.48	302.4
Mittel	15.3	56.0	1374	563	44.68	251.6
Periode II. Hammel II. 800 g Wiesenheu + 8 g Kochsalz.						
11. Dezember	15.4	52.0	1313	542	41.58	225.4
12. „	15.4	51.5	1575	573	40.33	231.1
13. „	15.0	51.5	1723	721	40.44	291.6
14. „	15.0	51.0	1452	731	36.45	266.4
15. „	15.4	51.0	1872	628	36.90	231.7
16. „	15.3	51.5	1327	800	33.97	271.8
17. „	15.3	51.5	1778	742	33.49	248.5
18. „	15.2	51.5	1656	922	29.55	272.5
19. „	14.9	51.0	1551	780	29.12	227.1
20. „	16.0	51.0	2110	1001	27.41	274.4
Mittel	15.3	51.4	1636	744	34.14	254.0

## Fortsetzung von Tabelle I.

Datum 1895.	Stall- temperatur ° C.	Lebend- gewicht kg	Tränk- wasser g	Kotausscheidung:		
				frisch g	Trockensubstanz %	g
Periode II. Hammel I. 800 g Wiesenheu + 200 g Schlempe I + 8 g Kochsalz.						
10. Januar	14.2	57.5	1887	820	40.85	335.0
11. "	13.5	57.5	2340	857	42.40	360.8
12. "	14.4	57.5	2023	859	42.22	362.7
13. "	15.2	57.5	2625	782	41.75	326.5
14. "	15.0	57.5	1877	857	37.21	318.9
15. "	14.8	57.5	2505	708	41.12	289.1
16. "	14.5	57.5	2015	714	42.02	300.1
17. "	14.7	57.5	2731	751	40.96	307.6
18. "	14.3	58.5	1558	745	40.94	305.0
19. "	14.3	58.0	2488	799	41.19	329.1
Mittel	14.5	57.6	2205	788	41.05	323.5
Periode II. Hammel II. 800 g Wiesenheu + 200 g Schlempe I + 8 g Kochsalz.						
10. Januar	14.2	52.0	1885	760	43.08	327.4
11. "	13.5	52.0	1853	745	43.34	322.9
12. "	14.4	52.0	2756	748	43.40	324.6
13. "	15.2	52.5	1955	824	43.81	361.0
14. "	15.0	52.5	1610	813	43.05	350.0
15. "	14.8	52.0	2462	773	44.35	342.8
16. "	14.5	52.5	1740	751	43.99	330.4
17. "	14.7	52.0	1976	733	43.33	317.6
18. "	14.3	52.5	1956	699	42.39	296.3
19. "	14.3	53.0	2000	780	43.52	339.5
Mittel	14.5	52.5	2019	763	43.43	331.2
Periode III. Hammel I. 800 g Wiesenheu + 300 g Schlempe II + 8 g Kochsalz.						
29. Januar	15.5	59.0	2407	841	42.84	360.3
30. "	14.7	59.5	2081	854	43.12	368.2
31. "	14.8	59.5	2072	836	43.64	364.8
1. Februar	16.2	60.0	2178	915	43.36	396.7
2. "	14.5	60.0	1813	837	42.69	357.3
3. "	16.2	60.0	2559	900	43.18	388.6
4. "	14.5	60.0	1935	836	43.10	360.3
5. "	15.0	59.5	1973	809	44.00	356.0
6. "	14.8	59.5	1851	813	42.79	347.9
7. "	15.2	59.5	2306	827	42.23	349.2
Mittel	15.1	59.7	2118	847	43.09	364.9

## Fortsetzung von Tabelle I.

Datum 1895.	Stall- temperatur ° C.	Lebend- gewicht kg	Tränk- wasser g	Kotausscheidung:		
				frisch g	Trockensubstanz %   g	
Periode III. Hammel II. 800 g Wiesenheu + 300 g Schlempe II + 8 g Kochsalz.						
29. Januar	15.5	54.5	1944	814	44.31	360.7
30. "	14.7	54.5	1819	918	43.40	398.4
31. "	14.8	54.0	1869	769	44.68	343.6
1. Februar	16.2	55.0	2429	889	43.73	388.8
2. "	14.5	55.5	2006	771	43.56	335.8
3. "	16.2	55.0	2055	947	42.18	399.4
4. "	14.5	55.0	1730	798	43.88	350.2
5. "	15.0	55.5	1610	718	45.46	326.4
6. "	14.8	55.0	1718	769	44.92	345.4
7. "	15.2	55.0	2781	796	44.23	352.1
Mittel	15.1	54.9	1996	819	43.97	360.1
Periode IV. Hammel I. 800 g Wiesenheu + 300 g Schlempe III + 8 g Kochsalz.						
18. Februar	13.5	61.5	2291	805	39.37	316.9
19. "	14.0	61.5	2245	785	39.90	313.2
20. "	14.0	61.5	2085	841	40.06	336.9
21. "	13.8	61.5	2788	751	39.78	329.7
22. "	16.2	61.5	2642	773	39.73	307.5
23. "	14.2	62.0	2525	843	38.06	320.8
24. "	15.3	62.0	2362	865	36.27	313.7
25. "	16.0	62.0	2293	853	37.00	315.6
26. "	16.0	61.5	2720	876	37.05	324.6
27. "	15.8	62.0	2561	797	40.78	325.0
Mittel	14.9	61.7	2451	819	39.13	320.4
Periode IV. Hammel II. 800 g Wiesenheu + 300 g Schlempe III + 8 g Kochsalz.						
18. Februar	13.5	56.0	2165	647	43.88	283.9
19. "	14.0	56.5	1975	761	44.93	342.4
20. "	14.0	56.5	2502	762	44.06	335.3
21. "	13.8	56.5	2087	658	45.15	297.1
22. "	16.2	56.5	2263	663	45.75	303.3
23. "	14.2	57.5	1753	624	44.79	279.5
24. "	15.3	57.5	2424	700	45.31	317.2
25. "	16.0	58.0	1940	660	45.07	297.5
26. "	16.0	58.0	2303	706	44.75	315.9
27. "	15.8	58.5	2150	839	43.16	362.1
Mittel	14.9	57.2	2156	702	44.64	313.4

## Fortsetzung von Tabelle I.

Datum 1895.	Stall- temperatur ° C.	Lebend- gewicht kg	Tränk- wasser g	Kotausscheidung:		
				frisch g	Trockensubstanz	
					%	g

## Periode V. Hammel I. 800 g Wiesenheu + 8 g Kochsalz.

7. März	14.0	60.0	3110	700	33.81	236.7
8. "	13.7	60.0	1856	928	30.60	284.0
9. "	16.0	59.5	2085	736	28.03	206.3
10. "	15.3	59.5	2144	1037	28.68	297.4
11. "	15.8	60.0	2018	988	27.40	270.7
12. "	15.5	60.0	2005	981	27.58	270.6
13. "	15.0	59.5	2160	909	29.12	264.7
14. "	15.0	59.5	2329	845	31.76	268.4
15. "	15.3	60.0	1730	851	31.65	269.3
16. "	15.0	59.5	2252	718	33.43	240.0
Mittel	15.1	59.8	2069	869	30.00	260.8

## Periode V. Hammel II. 800 g Wiesenheu + 8 g Kochsalz.

7. März	14.0	57.0	1643	565	45.88	259.2
8. "	13.7	57.5	1693	575	45.04	259.0
9. "	16.0	56.5	1320	507	48.24	244.6
10. "	15.3	56.5	1354	569	46.81	266.3
11. "	15.8	56.0	1352	575	45.57	262.0
12. "	15.5	56.0	1550	579	45.07	261.0
13. "	15.0	56.0	1420	591	44.24	261.5
14. "	15.0	55.5	1760	557	46.46	253.8
15. "	15.3	56.0	2095	543	46.91	254.7
16. "	15.0	56.5	1320	535	45.69	244.4
Mittel	15.1	56.4	1551	560	45.94	257.1

## Periode VI. Hammel I. 800 g Wiesenheu + 300 g Schlempe IV + 8 g Kochsalz.

25. März	15.2	60.0	2565	736	40.01	294.5
26. "	16.0	61.5	2834	1129	33.16	374.5
27. "	15.1	60.0	1995	759	39.45	299.4
28. "	16.5	60.0	1756	867	40.80	353.7
29. "	16.2	59.5	3366	801	36.03	288.6
30. "	15.8	61.0	2854	897	39.42	353.6
31. "	15.7	61.0	2265	890	39.70	353.3
1. April	15.3	61.0	2413	850	38.49	327.2
2. "	14.5	61.0	2281	906	39.07	354.0
3. "	14.3	61.0	2508	844	41.21	347.8
Mittel	15.5	60.6	2484	868	38.56	334.7

## Fortsetzung von Tabelle I.

Datum 1895.	Stall- temperatur ° C.	Lebend- gewicht kg	Tränk- wasser g	Kotausscheidung:		
				frisch g	Trockensubstanz %	g
Periode VI. Hammel II. 800 g Wiesenheu + 300 g Schlempe IV + 8 g Kochsalz.						
25. März	15.2	56.0	2361	860	42.07	361.8
26. "	16.0	56.5	1923	763	39.94	304.7
27. "	15.1	56.0	1775	745	42.27	314.9
28. "	16.5	56.0	2059	720	43.63	314.1
29. "	16.2	56.0	2056	760	42.23	320.9
30. "	15.8	56.5	1841	821	43.41	356.4
31. "	15.7	56.5	1943	717	42.87	307.4
1. April	15.3	57.0	2532	732	43.69	315.4
2. "	14.5	57.5	2114	830	43.09	349.3
3. "	14.3	57.5	1981	871	41.86	364.6
Mittel	15.5	56.6	2058	782	42.33	331.0
Periode VII. Hammel I. 800 g Wiesenheu + 300 g Schlempe V + 8 g Kochsalz.						
18. April	14.3	57.0	1447	778	41.02	319.1
19. "	15.3	57.0	2527	827	41.72	345.0
20. "	15.3	57.0	1634	747	41.03	306.5
21. "	16.7	57.0	2029	885	39.22	347.1
22. "	17.0	57.0	2397	771	41.52	320.1
23. "	16.8	57.5	2152	806	41.30	332.9
24. "	17.5	57.5	1615	695	41.75	290.2
25. "	17.7	58.0	1705	919	39.01	358.5
26. "	17.5	57.5	2368	760	40.63	308.8
27. "	17.7	58.0	2418	831	39.14	325.4
Mittel	16.6	57.2	2029	802	40.58	325.4
Periode VII. Hammel II. 800 g Wiesenheu + 300 g Schlempe V + 8 g Kochsalz.						
18. April	14.3	54.0	1845	784	42.12	330.2
19. "	15.3	54.5	1661	875	40.87	357.6
20. "	15.3	54.0	1466	766	42.27	323.8
21. "	16.7	54.0	1781	740	42.93	317.7
22. "	17.0	54.0	1530	827	41.11	340.0
23. "	16.8	54.0	1952	773	42.77	330.6
24. "	17.5	54.0	2244	788	42.84	337.6
25. "	17.7	54.5	1628	717	43.15	309.4
26. "	17.5	54.5	1680	816	42.77	349.2
27. "	17.7	54.5	1949	833	41.17	342.9
Mittel	16.6	54.2	1774	792	42.16	333.9

Fortsetzung von Tabelle I.

Datum 1895.	Stall- temperatur °C.	Lebend- gewicht kg	Tränk- wasser g	Kotausscheidung:		
				frisch g	Trockensubstanz %   g	
Periode VIII. Hammel I. 800 g Wiesenheu + 8 g Kochsalz.						
3. Mai	15.3	56.0	1780	501	45.56	228.3
4. "	15.2	56.0	1287	696	44.79	311.6
5. "	15.3	56.0	1580	613	47.80	289.9
6. "	15.5	55.5	930	574	46.72	268.3
7. "	16.0	54.5	1580	515	47.08	242.3
8. "	15.8	54.5	1408	516	49.06	253.1
9. "	16.3	55.0	1126	439	49.11	215.6
10. "	16.7	55.0	1864	713	43.92	312.9
11. "	17.0	55.5	1505	585	46.72	273.5
12. "	17.8	55.0	1125	574	46.80	268.8
Mittel	16.1	55.3	1418	573	46.52	266.4
Periode VIII. Hammel II. 800 g Wiesenheu + 8 g Kochsalz.						
3. Mai	15.3	52.5	1780	613	45.62	279.8
4. "	15.2	52.5	1998	519	47.65	247.5
5. "	15.3	52.0	1475	517	47.90	247.7
6. "	15.5	51.5	1783	543	46.41	251.9
7. "	16.0	51.5	1769	589	47.34	278.9
8. "	15.8	52.0	1745	590	45.78	270.1
9. "	16.3	51.5	1633	591	46.15	272.9
10. "	16.7	51.5	1773	619	44.65	276.4
11. "	17.0	51.5	1986	523	47.57	249.0
12. "	17.8	51.0	1913	543	47.36	257.1
Mittel	16.1	51.7	1665	565	46.59	263.1

Tabelle II.

Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit des Futters.

Periode I.	Trocken- Substanz g	Organische Substanz g	Roh- protein g	Stickstofffreie Extraktstoffe g	Fett (Äther- extrakt) g	Roh- faser g	Rein- Eiweiss g
Periode I. Wiesenheufütterung. Hammel I.							
Verzehrt: 800 g Wiesen- heu (85.20 % Tr.-S.) . . . . .	681.6	633.5	68.2	362.1	17.6	185.6	59.4
Im Kot . . . . .	251.6	221.5	26.7	115.2	7.1	72.5	16.0
Verdaut . . . . .	430.0	412.0	41.5	246.9	10.5	113.1	43.4

## Fortsetzung von Tabelle II.

Periode I—III.	Trocken-Substanz g	Organische Substanz g	Rob-protein g	Nickstofffreie Extraktstoffe g	Fett (Äther-extrakt) g	Roh-faser g	Rein-Eiweiss g
Hammel II.							
Verzehrt: 800 g Wiesenheu (85.20 % Tr.-S.) . . . . .	681.6	633.5	68.2	362.1	17.6	185.6	59.4
Im Kot . . . . .	254.0	222.6	30.3	112.5	7.2	72.5	19.6
Verdaut . . . . .	427.6	410.9	37.9	249.6	10.4	113.1	39.8
Periode II. Schlempe I.							
Hammel I.							
Verzehrt: 800 g Wiesenheu (84.90 % Tr.-S.) . . . . .	679.2	631.2	67.9	360.9	17.5	184.9	59.2
Verzehrt: 200 g Schlempe I (93.65 % Tr.-S.) . . . . .	187.3	179.7	54.1	70.1	31.4	24.2	47.8
Gesamtverzehr . . . . .	866.5	810.9	122.0	431.0	48.9	209.1	107.0
Im Kot . . . . .	323.5	279.3	56.6	131.4	8.9	82.5	43.0
Verdaut im ganzen . . . . .	543.0	531.6	65.4	299.6	40.0	126.6	64.0
„ vom Wiesenheu . . . . .	423.1	406.5	39.0	246.9	10.0	110.6	40.8
„ von d. Schlempe I . . . . .	119.9	125.1	26.4	52.7	30.0	16.0	23.2
Hammel II.							
Gesamtverzehr wie H. I . . . . .	866.5	810.9	122.0	431.0	48.9	209.1	107.0
Im Kot . . . . .	331.2	287.0	56.8	141.0	9.9	79.4	43.4
Gesamtverdaunung . . . . .	535.3	523.9	65.2	290.0	39.0	129.7	63.6
Verdaut vom Wiesenheu . . . . .	424.5	409.0	38.4	247.9	9.8	113.2	40.3
„ von d. Schlempe I . . . . .	110.8	114.9	26.8	42.1	29.2	16.5	23.3
Periode III. Schlempe II.							
Hammel I.							
800 g Wiesenheu (84.20 % Tr.-S.) . . . . .	673.6	626.0	67.4	357.9	17.4	183.4	58.7
300 g Schlempe II (89.29 % Tr.-S.) . . . . .	267.9	258.5	56.5	131.3	16.7	54.0	54.7
Gesamtverzehr . . . . .	941.5	884.5	123.9	489.2	34.1	237.4	113.4
Im Kot . . . . .	364.9	327.2	40.3	174.2	8.2	104.5	25.9
Verdaut . . . . .	576.6	557.3	83.6	315.0	25.9	132.9	87.5
„ vom Wiesenheu . . . . .	419.7	403.1	38.7	244.8	10.0	109.7	40.4
„ von d. Schlempe II . . . . .	156.9	154.2	44.9	70.2	15.9	23.2	47.1
Hammel II.							
Verzehrt wie H. I . . . . .	941.5	884.5	123.9	489.2	34.1	237.4	113.4
Im Kot . . . . .	360.1	321.0	40.9	172.2	8.9	99.1	26.4
Verdaut . . . . .	581.4	563.5	83.0	317.0	25.2	138.3	87.0
„ vom Wiesenheu . . . . .	421.0	405.6	38.1	245.9	9.8	112.2	40.0
„ von d. Schlempe II . . . . .	160.4	157.9	44.9	71.1	15.4	26.1	47.0

## Fortsetzung von Tabelle II.

Periode IV—VI.	Trocken-Substanz g	Organische Substanz g	Rohprotein g	Stickstofffreie Extraktstoffe g	Fett (Äther-extrakt) g	Roh-faser g	Rein-Eiweiß g
----------------	-----------------------	--------------------------	-----------------	------------------------------------	---------------------------	----------------	------------------

## Periode IV. Schlempe III.

## Hammel I.

Verzehrt: 800 g Heu (85.69% Tr.-S.) . . . . .	685.5	637.1	68.6	364.2	17.7	186.7	59.7
300 g Schlempe III (91.46% Tr.-S.) . . . . .	274.4	267.4	91.4	97.1	44.5	34.4	88.8
Gesamtverzehr . . . . .	959.9	904.5	160.0	461.3	62.2	221.1	148.5
Im Kot . . . . .	320.4	279.1	58.5	132.3	10.3	78.1	42.5
Verdaut . . . . .	639.5	625.4	101.5	329.0	51.9	143.0	106.0
Verdaut vom Heu . . . . .	427.1	410.3	39.4	249.1	10.1	111.6	41.1
„ von d. Schlempe III . . . . .	212.4	215.1	62.1	79.9	41.8	31.4	64.9

## Hammel II.

Gesamtverzehr wie H. I. . . . .	959.9	904.5	160.0	461.3	62.2	221.1	148.5
Im Kot . . . . .	313.4	273.1	57.8	132.2	10.2	73.0	41.6
Verdaut . . . . .	646.5	631.4	102.2	329.1	52.0	148.1	106.9
„ vom Heu . . . . .	428.4	412.8	38.8	248.0	9.8	116.3	40.7
„ von d. Schlempe III . . . . .	218.1	218.6	63.4	81.1	42.2	31.8	66.2

## Periode V. Wiesenheufütterung.

## Hammel I.

Verzehrt: 800 g Wiesenheu (85.53% Tr.-S.) . . . . .	684.2	635.9	68.4	363.5	17.7	186.3	59.6
Im Kot . . . . .	260.8	226.7	32.1	111.8	7.9	75.0	21.5
Verdaut . . . . .	423.4	409.2	36.3	251.7	9.8	111.3	38.1

## Hammel II.

Verzehrt: 800 g Wiesenheu (85.53% Tr.-S.) . . . . .	684.2	635.9	68.4	363.5	17.7	186.3	59.6
Im Kot . . . . .	257.1	222.9	30.4	112.7	8.2	71.6	19.7
Verdaut . . . . .	427.1	413.0	38.0	250.8	9.5	114.7	39.9

## Periode VI. Schlempe IV.

## Hammel I.

Verzehrt: 800 g Wiesenheu (87.34% Tr.-S.) . . . . .	698.7	649.4	69.9	371.2	18.0	190.3	60.9
Verzehrt: 300 g Schlempe IV (90.61% Tr.-S.) . . . . .	271.8	256.6	78.9	132.5	21.1	24.1	65.0
Gesamtverzehr . . . . .	970.5	906.0	148.8	503.7	39.1	214.4	125.9
Im Kot . . . . .	334.7	293.9	59.1	139.7	9.1	86.0	43.2
Verdaut . . . . .	635.8	612.1	89.7	364.0	30.0	128.4	82.7
„ vom Heu . . . . .	435.3	418.2	40.1	235.9	10.3	113.8	42.0
„ von d. Schlempe IV . . . . .	200.5	193.9	49.6	110.1	19.7	14.6	40.7



## Fortsetzung von Tabelle II.

Periode VI—VIII.	Trocken-Substanz g	Organische Substanz g	Roh-protein g	Stickstofffreie Extraktstoffe g	Fett (Äther-extrakt) g	Roh-faser g	Rein-Eiweiss g
Hammel II.							
Verzehrt wie Hammel I . . . . .	970.5	906.0	148.8	503.7	39.1	214.4	125.9
Im Kot . . . . .	331.0	283.5	58.1	141.3	9.9	79.2	42.1
Gesamtverdauung . . . . .	639.5	617.5	90.7	362.4	29.2	135.2	83.8
Verdaut vom Heu . . . . .	436.7	420.8	39.6	255.0	10.1	116.5	41.5
„ von d. Schlempe IV	202.8	196.7	51.1	107.4	19.1	18.7	42.3
Periode VII. Schlempe V.							
Hammel I.							
Verzehrt: 800 g Wiesenheu (86.84 % Tr.-S.) . . . . .	691.9 <sup>1)</sup>	643.1	69.2	367.6	17.9	188.4	60.3
Verzehrt: 300 g Schlempe (90.46 % Tr.-S.) . . . . .	239.7 <sup>2)</sup>	224.9	67.9	119.2	23.2	14.6	52.8
Gesamtverzehr . . . . .	931.6	868.0	137.1	486.8	41.1	203.0	113.1
Im Kot . . . . .	325.3	286.0	58.5	132.8	8.9	85.9	43.3
Verdaut . . . . .	606.3	582.0	78.6	354.0	32.2	117.1	69.8
„ vom Heu . . . . .	431.1	414.2	39.7	251.4	10.3	112.6	41.5
„ von d. Schlempe V	165.2	167.8	38.9	103.6	21.9	4.5	28.3
Hammel II.							
Verzehrt: 800 g Wiesenheu (86.84 % Tr.-S.) . . . . .	694.7	645.7	69.5	369.1	17.9	189.2	60.5
Verzehrt: 300 g Schlempe V (90.46 % Tr.-S.) . . . . .	271.4	254.6	76.9	134.9	26.3	16.5	59.7
Gesamtverzehr . . . . .	966.1	900.3	146.4	504.0	44.2	205.7	120.2
Im Kot . . . . .	333.9	290.6	61.0	138.3	9.8	81.6	45.2
Verdaut . . . . .	632.2	609.7	85.4	365.7	34.4	124.1	75.0
„ vom Heu . . . . .	434.2	418.4	39.4	253.6	10.0	115.8	41.2
„ von d. Schlempe V	198.0	191.3	46.0	112.1	24.4	8.3	33.8
Periode VIII. Wiesenheufütterung.							
Hammel I.							
Verzehrt: 800 g Wiesenheu (87.30 % Tr.-S.) . . . . .	698.4	649.1	69.8	371.1	18.0	190.2	60.8
Im Kot . . . . .	266.4	234.8	29.2	119.3	7.8	78.5	18.4
Verdaut . . . . .	432.0	414.3	40.6	251.8	10.2	111.7	42.4
Hammel II.							
Verzehrt: 800 g Wiesenheu (87.30 % Tr.-S.) . . . . .	698.4	649.1	69.8	371.1	18.0	190.2	60.8
Im Kot . . . . .	263.1	229.2	28.9	118.0	8.0	74.2	18.0
Verdaut . . . . .	435.3	419.9	40.9	253.1	10.0	116.0	42.8

<sup>1)</sup> Abzüglich 2.8 g Trockensubstanz des nicht verzehrten Heues.

<sup>2)</sup> „ 31.7 „ „ „ der „ „ Schlempe.

# Verband landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche.

## Technische Vorschriften für die Samenprüfungen.

Nachfolgende Bestimmungen, betreffend die Technik der Nachprüfungen gekaufter Saatwaren, sind in der XI. (ausserordentlichen) Hauptversammlung des Verbandes zu Berlin am 17. Januar 1898 einstimmig, also nach § 12 der Satzungen für sämtliche dem Verbands angehörnde Versuchs-Stationen verbindlich beschlossen worden.

### I. Einzufordernde Samenmenge.

Die für eine vollständige Untersuchung erforderliche Samenmenge beträgt **mindestens**:

- 50 g von Anis, Bastardklee, Birke, Dill, Fenchel, Grassamen aller Art, Hornklee, Kerbel, Kresse, Möhre, Mohn, Petersilie, Reseda, Tabak, Weissklee;
- 100 g von Ahorn, Buchweizen, Cichorie, Dotter, Eibisch, Erle, Esche, Esparsette, Gelbklee, Gurke, Hanf, Hirse, Hornbaum, Inkarnatklee, Karde, Kohlarten, Lattich, Lein, Linse, Luzerne, Maulbeere, Nadelhölzer, Raps, Rapfünzchen, Rettich, Rotklee, Rübsen, Senf, Serradella, Sorgho, Spinat, Ulme, Waid, Wicke, Wiesenknopf (Poterium), Wundklee, Zwiebel;
- 250 g von Bohne, Eiche, Erbse, Gerste, Hafer, Kürbis, Lupine, Mais, Obstkernen, Platterbse, Roggen, Rotbuche, Runkel- und Zuckerrübe, Sonnenblume, Sojabohne, Spelz, Weizen;
- 1<sup>1</sup>/<sub>6</sub> l zur Bestimmung des Volumgewichts von Getreide etc.

Es wird hierbei vorausgesetzt, dass der Einsender eine gleich grosse, identische, durch den Zeugen versiegelte Probe für eine etwaige Schiedsprüfung zurückbehalte und ordnungsmässig (in einem trocknen, ungeheizten, frostfreien Raume) aufbewahre. Die Versuchs-Stationen erklären sich jedoch bereit, die sachgemässe Teilung eines richtig gezogenen Gesamtmusters von dem Doppelten der obigen Gewichtsmengen ihrerseits auszuführen und die nicht in Untersuchung zu nehmende Hälfte ordnungsmässig aufzubewahren.

## 2. Probeziehung.

Zur Entnahme einer zutreffenden Durchschnittsprobe aus einer entsprechenden Anzahl der Säcke wird dem Einsender empfohlen:

- a) für kleinere, den Kleesamen ähnlich gekörnelte Samengattungen der NOBBÉ'sche „Kleesamenstecher“;<sup>1)</sup>
- b) für grössere Samen (Getreide, Lein, Doldengewächse etc.) der NOBBÉ'sche Kornprobenstecher;<sup>1)</sup>
- c) für Rübenknäule, bespelzte Gräser etc. die Entnahme zahlreicher (mindestens 10) kleiner Proben von verschiedenen zweckmässig gewählten Stellen des auf eine saubere Unterlage ausgebreiteten, gut durchgearbeiteten Haufens.

Zur Sicherung der Entschädigungsansprüche sollten die vor Zeugen entnommenen Proben in trockenen und festen Behältern (Musterbeuteln, Büchsen oder doppelten Papierkapseln) eingesendet werden; Rübensamen (Beta) und andere auf ihren Wassergehalt zu prüfende Proben stets in verschlossenen Gläsern oder Blechbüchsen.

## 3. Engere Mittelprobe.

Die Grösse der zur Untersuchung auf die fremden Bestandteile im Laboratorium herzustellen „engeren Mittelprobe“ soll **mindestens** betragen:

- 1 g von Rispengräsern und Straussgräsern;
- 2 g von Drahtschmele, Fuchsschwanzgras, Goldhafer, rotem Schwingel, Schafschwingel;
- 3—4 g von Anis, Bastardklee, \*) Dill, Honiggras, Ruchgras, Spörgel, Timothee, Weissklee; \*)
- 5 g von Fenchel, Kamngrass, Knaulgrass, Kümmel, Möhre, Rapünzchen;
- 10 g von Gelbklee, \*) Jnkarnatklee, \*) Kohlarten, Luzerne, \*) Raps, Raygräsern, Rotklee, \*) Rübsen, Serradella, \*) Wiesenschwingel, Wundklee; \*)
- 20 g von Ahorn, Esche, Esparsette, Hirse, Kiefer, Lärche, Lein, \*) Linse, Ulme;
- 30 g von Buchweizen, Fichte, Hornbaum, Tanne, Wicke;
- 50 g von Cerealien, Runkel- und Zuckerrübenknäulen;
- 100 g von Bohne, Bucheln, Eicheln, Erbse, Lupine, Mais.

<sup>1)</sup> Zu beziehen durch den Klempner MATTHES in Tharand.

\*) Auf *Cuscuta* ist die ganze eingeforderte Menge auszulesen, und zwar nicht bloss das Abgesiebte, sondern auch die auf dem Siebe zurückbleibenden Samen. Ist eine Probe stark seidehaltig, so genügt die Auslese einer Mittelprobe von 25 bezw. 50 g.

Bei ungewöhnlich hoher Verunreinigung sind zwei Mittelproben zu ziehen, deren Durchschnittsergebnis massgebend ist.

Vorstehende Ziffern stellen das Minimum der Mittelprobe dar. Bei grosskörnigen Proben wird darüber hinaus zu gehen sein.

Zur Herstellung der „engeren Mittelprobe“ empfiehlt sich die „Fließprobe“, d. i. das langsam gleichmässige Ausschütten aus einer Flasche mit Ausguss unter gleichmässiger periodischer Aussonderung kleiner Mengen.

#### 4. Echtheit.

Die Echtheit der Gattung und Art der meisten Kultursamen ist von der Kontroll-Station unschwer festzustellen, da bei deren Vorstand die nötigen Kenntnisse und ausserdem der Besitz einer Mustersammlung vorauszusetzen sind. Für die Echtheit von Varietäten ist eventuell auf die Topf- oder Feldprobe zurückzugreifen, wofür der Käufer in diesem Falle sich vom Lieferanten eine Garantie zu fordern hat. —

Die Nachuntersuchung von „Grasgemischen“ ist von der Kontroll-Station abzulehnen und dahin zu streben, dass das Angebot solcher Mischungen aus den Preiskatalogen des Samenhandels verschwinde.

#### 5. Reinheit.

Als „fremde Bestandteile“ einer Samenprobe sind nicht allein Spreu, Sand und fremde Samen — selbst solche von gleichem oder höherem Marktwert — auszuschneiden, sondern auch äusserlich verletzte echte Samen und taube Scheinfrüchte, sofern sie **unzweifelhaft** als zur Keimung unfähig erkannt werden können. In Zweifelsfällen hat die Keimkraftprüfung zu entscheiden.

Die Gewichtsmenge der einzelnen verschiedenartigen Fremdkörper einer Probe — auch taube, sowie durch Drusch, Ritzmaschine oder sonstwie verletzte Körner — sollten, sofern sie in beachtenswerter Menge auftreten, für sich bestimmt und im Untersuchungsbericht angegeben werden. Namentlich ist dies angezeigt für fremde Samen, welche gleichwertig oder gar wertvoller sind, als die zu liefernde Art oder Varietät.

#### 6. Absolutes Gewicht.

Das absolute Gewicht der Samen einer Probe wird entweder durch sorgfältige Abzählung und Wägung von  $2 \times 1000$  Körnern

von durchschnittlicher Beschaffenheit (nach Grösse, Farbe, Ausbildung) ermittelt oder, noch besser, durch Auszählung einer grösseren gereinigten Mittelprobe.

### 7. Volumengewicht.

Die Bestimmung des Volumengewichtes geschieht durch mindestens dreimalige Wägung einer und derselben Mittelprobe mittelst des neueren 1 Liter-Apparates der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission. Eine vorgängige Reinigung der Probe ist nur dann auszuführen, wenn es sich um die Wertbestimmung einer Sorte als solcher handelt.

### 8. Mehligkeit.

Die Prüfung von Weizen und Gerste auf Mehligkeit bzw. Hornigkeit (Glasigkeit) geschieht mittelst des Farinometers von PRENTZ in Karlsruhe.  $2 \times 100$  Körner sind zu durchschneiden und in 5 Mehligkeitsstufen zu sortieren, woraus der prozentische Mehligkeitsgehalt der Probe berechnet wird.

### 9. Keimkraft.

a) Zahl der anzukeimenden Samen. Zur Ermittlung der Keimkraft sind anzusetzen: im allgemeinen  $3 \times 100$  Körner, von Bucheln, Eicheln u. a. grossen Samen  $3 \times 50$  Körner. (Betreffs feinerer Grassamen und Beta s. jedoch weiter unten.)

Die Abzählung der für den Keimversuch bestimmten Samen soll aus einer gereinigten Mittelprobe **mit grösster Sorgfalt** in der Weise geschehen, dass unter den je 100 bzw. 50 Körnern die Zahl der grossen, mittleren und kleinen, der hellen und dunklen Körner (bei Nadelhölzern etc.), sowie solcher verschiedenen Reifegrades in annähernd demselben Verhältnis in der Keimprobe vertreten sind, wie in der eingegangenen Gesamtprobe.

Überschreitet die Abweichung der Einzelversuche untereinander bei hochkeimenden Proben 10 Prozent, bei solchen, deren Keimfähigkeit 50% nahe liegt, 15 Prozent, so ist die Keimkraftprüfung zu wiederholen.

b) Vorquellung. Eine fünfständige Vorquellung der Samen in reinem Wasser wird empfohlen. Dieser Zeitraum ist in die Keimkraftprüfungsdauer einzurechnen.

c) Keimbett. Die Art des Keimbetts ist von geringerer Bedeutung, als dass die angesetzten Körner den wirklichen Durchschnittscharakter der Probe darstellen, vorausgesetzt, dass Wärme, Feuchtigkeit und Luftzutritt gut geregelt werden. In erster Linie wird ein starkes, sterilisiertes Fliesspapier empfohlen (z. B. DREWERTHOFF, Dresden, Kat.-No. 251), ferner Sand; auch Thonapparate sind zulässig.

Eine zu grosse Feuchtigkeit des Keimbetts ist unter allen Umständen zu vermeiden. Das Fliesspapier wird mit 70% der wasserhaltenden Kraft des Papiers befeuchtet und in diesem Feuchtigkeitszustande thunlichst erhalten. — Erneuerung des Keimbetts während der Prüfung nach Bedarf. Chemische Behandlung der Samen ist unstatthaft.

d) Temperatur des Keimbetts. Die Keimkraftprüfungen sollen (womöglich in Thermostaten) bei konstant 20° C. ausgeführt werden. Bei *Agrostis*, *Aira*, *Alnus*, *Alopecurus*, *Baldingera*, *Beta*, *Betula*, *Dactylis*, *Daucus*, *Glyceria*, *Morus*, *Nicotiana* a *Pinus Strobus*, *Poa*, *Zea* ist dagegen eine täglich sechsstündige Erhöhung der Keimbettwärme auf 30° C. erforderlich.

e) Beleuchtung des Keimbetts. Die Keimkraftprüfungen werden unter Ausschluss künstlicher Belichtung ausgeführt.

f) Zeitdauer des Keimversuchs. Der Abschluss des Keimversuchs wird festgesetzt:

nach vollen 10 Tagen für	Bohnen, Buchweizen, Cerealien, Cichorie, Dotter, Erbse, Kleearten, Kohllarten, Kresse, Kürbis, Lein, Linsen, Lupinen, Mais, Mohn, Platterbse, Raps, Rettich, Rübsen, Senf, Sojabohne, Sonnenblume, Spörgel, Timothee, Wicke;
" " 14 " "	Dill, Esparsette, Fenchel, Glanzgras, Hanf, Hornklee, Kerbel, Möhre, Raygräser, Reseda, Rübenknäule, Serradella, Sorgho, Tabak, Wiesenknopf ( <i>Poterium</i> );
" " 21 " "	Eibisch, Gräser (ausgen. Ripsen- und Raygräser und Timothee), Maulbeere;
" " 28 " "	Ahorn, Anis, Birken, Eichen, Erlen, Hornbaum, Nadelhölzer (ausgen. <i>Pinus sylvestris</i> und <i>Strobus</i> ), Rispengräser, Rotbuchen;
" " 42 " "	Obstkerne, <i>Pinus sylvestris</i> und <i>P. Strobus</i> .

Nach dem Abschluss des Keimversuchs mit Nadelhölzern ist zur Feststellung des Zustandes der nicht gekeimten Samen die Schnittprobe auszuführen und im Untersuchungsbericht anzugeben, wie viele der nicht gekeimten Samen taub, faul und noch scheinbar frisch befunden worden sind.

Im allgemeinen ist nur die wirklich gefundene prozentische Keimkraft für den „Gebrauchswert“ (das Produkt aus Reinheit und Keimkraft) in Ansatz zu bringen. Papilionaceen-Samen, welche beim Abschluss des Keimversuchs zwar noch nicht gekeimt, aber gesund gequollen sind, gelten als gekeimt. Die Prozentzahl der beim Abschluss des Keimversuchs noch scheinbar frisch (Nadelhölzer, Beta) bezw. noch ungequollen oder „hartschalig“ (Papilionaceen) befundenen Samen ist jedoch nebenbei im Untersuchungsberichte aufzuführen, mit dem Bemerkung, dass ein im Einzelfall unbestimmbarer Bruchteil derselben voraussichtlich noch nachkeimen dürfte.

Samen, welche ihre Stammaxe früher, als das Würzelchen, hervorstrecken, oder die infolge von Verletzungen im Keimbett zerfallen, werden einstweilen in Beobachtung behalten. Entwickeln sie bis zum Abschluss des Versuches eine oder mehrere gesunde Wurzeln, so werden sie als gekeimt gerechnet, anderenfalls nicht.

g) Keimungs-Energie. Für die Bestimmung der „Keimungs-Energie“ einer Samenprobe wird eine Zeitdauer festgesetzt von:

- |    |   |
|----|---|
| 3  | Tagen bei Cerealien (ausgen. Hafer), Cichorie, Dotter, Erbsen, Kleearten, Kohllarten, Kresse, Lein, Linse, Mohn, Ölrettich, Raps, Rettich, Rüben, Senf, Sojabohne, Spörgel, Wicken; |
| 4  | „ „ Bohnen, Buchweizen, Gurke, Hafer, Kürbis, Lupinen, Sonnenblume, Spinat;   |
| 5  | „ „ Beta, Eibisch, Esparsette, Glanzgras, Platterbsen, Raygräsern, Serradella, Tabak, Timotheegras, Wiesenknopf (Poterium), Wiesen-schwingel;                                       |
| 6  | „ „ Fenchel, Goldhafer, Hornklee, Kerbel, Möhre, Reseda, Sorgho, Straussgräsern;  |
| 7  | „ „ Fichte, Fuchsschwanzgras, Glanzgras, Kammgras, Knaulgras, Maulbeere, Pimpinella, Rispengras, Ruchgras, roter und Schaf-schwingel, Schmiele;                                     |
| 10 | „ „ Ahorn, Birke, Erle, Lärche, Rispengras, Tanne;  |
| 14 | „ „ Pinus sylvestris und Strobilus.   |

### 10. Beta.

Bei der Prüfung von Runkel- und Zuckerrübenknäulen wird durch die Beziehung der von einer bestimmten Anzahl Durchschnittsknäulen von bekanntem Gewicht gewonnenen Keimpflänzchen auf die in den Knäulen enthaltenen (durch die nachträgliche Schnittprobe zu ermittelnden) Samen die wirkliche Keimkraft zuverlässig bestimmt. Bei Schiedsanalysen ist daher

diese Bestimmung der Samenzahl durch nachträgliche Schnittprobe stets durchzuführen. Für gewöhnlich wird folgendes abgekürzte Verfahren für Beta als zulässig erklärt.

Es wird zunächst das Durchschnittsgewicht der Knäule aus einer korrekt gezogenen, von fremden Bestandteilen und event. von anhaftenden Hochblättern (durch Reiben) befreiten Mittelprobe, welche mindestens 2000 Knäule enthält, — noch sicherer aus der ganzen eingegangenen (gereinigten) Probe — durch Wägung und Zählung bestimmt. Hierauf werden  $3 \times 100$  Durchschnittsknäule (unter denen grosse, mittlere und kleine in annähernd gleichem Verhältnis enthalten sind, wie in der Gesamtprobe), jede 100 für sich, von der gereinigten Mittel- oder Gesamtprobe abgezählt und gewägt. Weicht das Gewicht der einen oder anderen 100 Knäule von dem Durchschnittsgewicht um 10 und mehr Prozente ab, so werden erstere durch Auswechslung einzelner Körner in eine nähere Übereinstimmung mit dem Durchschnittsgewicht gebracht. Letzteres, sowie das Gewicht der je 100 Knäule ist in dem Untersuchungsberichte anzugeben.

Die  $3 \times 100$  Körner werden alsdann 5 Stunden vorgequellt, hierauf zur Keimung bei einer wechselnden Temperatur von  $20^{\circ}$  C. (täglich 18 Stunden) und  $30^{\circ}$  C. (6 Stunden täglich) angesetzt. Am 3., 5. (Keimungs-Energie!), 8., 11. Tage werden die jeweils gekeimten Knäule in ein gemeinsames zweites Keimbett übertragen. Am 14. Tage wird der Versuch mit der Feststellung der ungekeimten Knäule, sowie der von den gekeimten gewonnenen, auf 100 Knäule und auf 1 g der rohen Probe zu berechnenden Anzahl Keimpflanzen abgeschlossen.

## II. Grassamen.

Bei Schiedsprüfungen der feineren bzw. schwierigeren Grassamen: *Poa*, *Agrostis*, *Alopecurus*, *Arrhenatherum*, *Dactylis*, *Festuca ovina* und *rubra*, *Aira* etc., wird folgendes Verfahren eingeschlagen:

Man zieht eine Mittelprobe von der oben (§ 3) vorgeschriebenen Grösse und liest die „fremden Bestandteile“ (Steinchen, fremde Samen und Spreu) heraus.

Von den so gereinigten Scheinfrüchten werden zwei kleine Mittelproben hergestellt, so gross, dass jede mindestens 300—400 volle Körner enthält. Bei *Dactylis*, *Festuca ovina*.



Alopecurus genügen für diesen Zweck 0.4 g, bei Arrhenatherum 1.0 g, bei Poa und Agrostis 0.1 g. Kleine Modifikationen dieser Gewichtsmengen werden bedingt durch den annähernd abzuschätzenden grösseren oder geringeren Gehalt an tauben Scheinfrüchten. — Beide Mittelproben werden genau gewägt, auf 5 Stunden zum „Vorquellen“ in reines Wasser von 20° C. und sodann ins Keimbett gebracht. —

Im Verlauf der nächsten Tage — jedenfalls bis zu dem die Keimungs-Energie anzeigenden Zeitpunkt — werden die im feuchten Zustande leichter erkennbaren leeren oder solche Scheinfrüchte, die statt des Kornes Antheren oder Insektenlarven enthalten, ausgeschieden; die eine — wenn auch mangelhaft entwickelte — Karyopse enthaltenden Scheinfrüchte verbleiben, der Zahl nach genau bestimmt, im Keimbett und werden im allgemeinen bei konstant 20° C., die in § 9d genannten Gattungen aber, wie dort angegeben, bei einer zwischen 20 und 30° C. intermittierenden Temperatur geprüft. — Das Ergebnis der Keimkraftprüfung wird auf 1 g der rohen Probe, sowie prozentisch berechnet. — Die herausgelesenen Scheinfrüchte werden bei Zimmertemperatur wieder getrocknet und ihr Luftrockengewicht dem „Fremden“ zugerechnet.

## 12. Schiedsprüfungen.

Etwaige Differenzproben sind versiegelt an die Versuchsstation zu Tharand zu senden und von dort je 3 identische Teilproben an 3 verschiedene Verbands-Stationen, ohne nähere Angaben über deren Ursprung, zur Schiedsuntersuchung zu übermitteln.

Die Entscheidung über den Ausfall der Schiedsuntersuchung steht dem Verbands-Ausschuss für Samenprüfungen zu, dem die Ergebnisse ohne Nennung der beteiligten Stationen vorgelegt werden.

# Die relative Empfindlichkeit von Pflanzen gegenüber dem Säuregehalt in Böden.

Von

WALTER MAXWELL,

Direktor und Chef-Chemiker der Hawaiischen Versuchs-Station zu Honolulu.

---

Der Säuregrad im Boden ist relativ und abhängig von klimatischen Bedingungen. In gemässigten Zonen ist die Frage der Acidität des Bodens, dank der niedrigeren Mittel von Temperatur und Regenmenge, naturgemäss von geringerer Bedeutung für die Landwirtschaft. Unter subtropischen und tropischen Verhältnissen indessen, wie dieselben auf den Inseln des Hawaiischen Archipels herrschen, wo die mittlere Jahrestemperatur über 21° C. beträgt und die jährliche Regenmenge zwischen 20 Zoll auf der leewärts liegenden Seite der Inseln und 200 Zoll (17.5 Fuss) auf dem windwärts gelegenen Hochland variiert, verdient dieselbe eine eingehendere Beachtung.

Unsere Beobachtungen wurden nicht allein zu dem Zwecke angestellt, um eine genaue Kenntnis von der relativen Empfindlichkeit verschiedener Pflanzen und Pflanzenfamilien gegenüber Säure-Zuständen zu erhalten, sondern auch um zu zeigen, dass die gegenwärtig bestehenden Irrtümer und Unklarheiten bezüglich der Formen, in welchen die Pflanzen den Stickstoff aufnehmen, zum Teil auf dieses Verhalten der Pflanzen in Bezug auf die Bodenacidität zurückzuführen sind.

In einer anderen Veröffentlichung (Berichte dieses Institutes 1896) wählten wir unter anderen als Beispiel einen tropischen Waldfarn, welcher in äusserst saurem Boden wuchs, in welchem Zuckerrohr nicht mehr gedieh. Wir benutzten die Analyse dieses Farns, dessen grüne Blätter 0.4 % Stickstoff enthielten,

um zu zeigen, dass eine der beiden Theorien falsch sein muss, und dass die nitrifizierenden Organismen entweder imstande sind, auch in saurem Boden ihre Thätigkeit auszuüben, oder dass der Farn befähigt ist, den Stickstoff in nicht nitrifizierter Form aufzunehmen.

Die Lage der Dinge nötigte uns, in dieser Sache Untersuchungen anzustellen, deren Resultate ergaben, dass gewisse gemeine landwirtschaftliche Varietäten von Pflanzen in Böden gedeihen, in denen andere vollkommen versagen, dass das Fortkommen oder das Versagen der betreffenden Varietäten in Zusammenhang steht mit der Unfähigkeit gewisser Pflanzen, einem Boden-Säuregrad zu widerstehen, bei welchem andere Pflanzen eine beträchtliche und sogar normale Entwicklung erreichen, sowie dass dasselbe ganz und gar unabhängig ist von der Art der Ernährung.

Die betreffenden Versuche wurden in der folgenden Weise ausgeführt: Zwei Gefässe von 24 Zoll Durchmesser und 20 Zoll Höhe, deren durchlochte Böden mit Leinentuch überspannt waren, wurden jedes mit 120 Pfund eines lufttrockenen Bodens mittlerer Fruchtbarkeit gefüllt, welcher weder saure noch alkalische Reaktion zeigte. Diese Gefässe wurden in 6 Zoll tiefe Zinnpfannen gestellt und zwar so, dass sich die durchlochten Böden derselben 4 Zoll über den Böden der Pfannen befanden. Die Pfannen wurden bis zum Niveau der Böden der Vegetationsgefässe mit Wasser gefüllt und das letztere in dieser Höhe erhalten, bis der Boden in den Gefässen mit Feuchtigkeit gesättigt war; das aufgenommene Wasser betrug 48.2% vom Gewichte des wasserfreien Bodens. Zu Gefäss No. I wurde soviel Citronensäure hinzugefügt, wie nötig war, um mittelst der Gesamtmenge des absorbierten Wassers eine  $\frac{1}{10}$ prozentige Lösung herzustellen. Gefäss No. II erhielt diejenige Menge, welche zur Herstellung einer  $\frac{1}{50}$ prozentigen Lösung erforderlich war. In jedes der Gefässe wurden 17 verschiedene Arten von Samen eingesetzt und zwar im Kreise und in gleichen Abständen von einander. Die Samen keimten schnell und die in wenigen Tagen aufgegangenen Pflänzchen zeigten ein gesundes Aussehen. Als die Pflanzen einen Zoll hoch waren, wurde ein anderes Verfahren gewählt, die Citronensäure hinzuzufügen. Wenn die Säure in dem durch die Kapillarität aus den Pfannen aufgenommenen Wasser gegeben wurde, so verteilte sich dieselbe naturgemäss

nicht gleichmässig durch die Masse des Bodens, indem sie mehr oder weniger durch die Basen des Bodens am Grunde der Gefässe festgehalten wurde, so dass sie die Pflanzen nicht erreichte. Daher wurde die Säure in Wasser gelöst und um die Pflanzen herum an der Oberfläche verabreicht. Dies wurde kontrolliert, indem man die Menge des verdunsteten Wassers bestimmte und dieselbe von neuem den Töpfen zusetzte, zugleich mit der darin gelösten Menge Citronensäure, welche erforderlich war, um das ganze Wasservolumen der Gefässe auf eine  $\frac{1}{10}$  bzw.  $\frac{1}{50}$  prozentige Lösung zu bringen. Dies wurde jeden vierten Tag wiederholt. Die saure Lösung wurde durch unseren Feld-Assistenten E. G. CLARKE vermitteltst Pipette zugesetzt und zwar in genau gleichen Mengen zu jeder Pflanze. Die erhaltenen Resultate sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt:

## A. Cruciferae.

(Gefäss No. I; Stärke der Säure  $\frac{1}{10}$  ‰)

Name der Pflanzen	gepflanzt	aufgegangen	eingegangen	Entwicklung
Schwarzer Senf . . .	27. Mai	29. Mai	15. Juni	3 Zoll hoch
Weisser Senf . . .	" "	29. "	15. "	" " "
Runkel-Rübe . . .	" "	31. "	11. "	" " "
Mangoldwurzel . . .	" "	31. "	11. "	" " "
Raps . . . . .	" "	30. "	17. "	" " "
Mohr-Rübe . . . . .	" "	3. Juni	17. "	4. " "

(Gefäss No. II; Stärke der Säure  $\frac{1}{50}$  ‰)

Schwarzer Senf . . .	27. Mai	29. Mai	15. Juni	3 Zoll hoch
Weisser Senf . . .	" "	29. "	11. "	" " "
Runkel-Rübe . . .	" "	31. "	11. "	" " "
Mangoldwurzel . . .	" "	31. "	11. "	" " "
Raps . . . . .	" "	30. "	11. "	" " "
Mohr-Rübe . . . . .	" "	3. Juni	17. "	5. " "

## B. Leguminosae.

(Gefäss No. I; Stärke der Säure  $\frac{1}{10}$  ‰)

Name der Pflanzen	gepflanzt	aufgegangen	eingegangen	Entwicklung
Weisse Lupine . . .	27. Mai	30. Mai	16. Juli	1 Fuss hoch
Pferde-Bohne . . .	" "	30. "	31. August	7 " 2 Zoll lang (ohne Samen)
Windsor-Bohne . . .	" "	3. Juni	12. "	3 Fuss lang
Winterwicke . . .	" "	31. Mai	9. Juli	2 " "
Inkarnatklée . . .	" "	30. "	17. Juni	3 Zoll hoch
Luzerne . . . . .	" "	29. "	15. "	3 " "

(Gefäss No. II; Stärke der Säure  $\frac{1}{50}$  0/0.)

Name der Pflanzen	gepflanzt	auf- gegangen	ein- gegangen	Entwicklung
Weisse Lupine . . .	27. Mai	30. Mai	21. Juli	1 Fuss 2 Zoll lang
Pferde-Bohne . . .	" "	30. "	30. August	6 " lang (ohne Samen)
Windsor-Bohne . . .	" "	3. Juni	12. "	3 Fuss lang
Winterwicke . . .	" "	31. Mai	4. "	3 " "
Inkarnatklees . . .	" "	30. "	17. Juni	3 Zoll hoch
Luzerne . . . . .	" "	29. "	17. "	3 " "

**C. Gramineae.**(Gefäss No. I. Stärke der Säure  $\frac{1}{10}$  0/0.)

Name der Pflanzen	gepflanzt	aufgegangen	Resultat	Entwicklung
Perl-Hirse . . .	27. Mai	30. Mai	gereift	4 Fuss 1 Zoll lang (mit Samen)
Weizen . . . . .	" "	" "	eingegangen	1 Fuss 3 Zoll hoch
Mais . . . . .	" "	" "	ausgebildet	3 Fuss 6 Zoll hoch (m. Blüte aber o. Sam.)
Hafer . . . . .	" "	" "	eingegangen	8 Zoll hoch
Gerste . . . . .	" "	" "	"	8 Zoll hoch

(Gefäss No. II. Stärke der Säure  $\frac{1}{50}$  0/0.)

Perl-Hirse . . .	27. Mai	30. Mai	gereift	5 Fuss 4 Zoll hoch (mit Samen)
Weizen . . . . .	" "	" "	eingegangen	1 Fuss 2 Zoll hoch
Mais . . . . .	" "	" "	ausgebildet	m. Blüt. aber o. Sam.
Hafer . . . . .	" "	" "	eingegangen	6 Zoll hoch
Gerste . . . . .	" "	" "	"	11 Zoll hoch

Die Cruciferen unterlagen fast sofort der Wirkung der Säure, und zwar zeigte sich die  $\frac{1}{50}$ prozentige Lösung ebenso energisch wirksam, wie die  $\frac{1}{10}$ prozentige. Dieses Verhalten der Cruciferen bei künstlicher Behandlung mit Citronensäure entspricht gewissen allgemeinen Beobachtungen über das Gedeihen von Wurzelgewächsen in nicht durchlüfteten und strengen Böden.

Lupinen, Bohnen und Wicken leisteten lange energische Widerstand gegen die Wirkung der Säure, keine von ihnen in dessen reife oder bildete Samen. Inkarnatklee und Luzerne gingen ebenso schnell ein, wie die Cruciferen, woraus sich ergibt, dass die Kleearten sauren Boden nicht vertragen, und wodurch sich das ausserordentliche Bedürfnis der Kleearten für Kalk erklärt.

Die Gräser zeigten ein sehr verschiedenes Verhalten in Bezug auf die Säure. Weizen, Gerste und Hafer versagten fast vollständig, wiewohl keines derselben ganz und gar einging. Der Mais wuchs gut, hatte ein starkes, tief grün gefärbtes Blatt und erreichte eine mittlere Höhe, volle Blüten, bildete jedoch keine Samen aus. Die Perlhirse unterschied sich von allen anderen Varietäten. Die Entwicklung war stetig und durchaus normal, wie der Vergleich mit einer Hirsenparzelle des benachbarten Feldes ergab, die er in der That in der Entwicklung überholte, indem er eine Höhe von 5 Fuss 5 Zoll erreichte. 5 grosse Kolben gelangten zur Reife und lieferten ein besseres Samenmaterial, als dasjenige war, welches ursprünglich zur Aussaat verwendet wurde. Es wurde daraufhin noch ein besonderer Versuch mit Hirse angesetzt, bei welchem die Pflanzen jeden vierten Tag mit einer einprozentigen Citronensäurelösung behandelt wurden. Diese Stärke der Lösung bewirkte einen Stillstand im Wachstum der jungen, 3 Zoll hohen Pflanzen während dreier Wochen. Alsdann schienen die Pflanzen sich an den überaus hohen Säuregrad gewöhnt zu haben; sie begannen weiter zu wachsen und hatten eine Höhe von 2 Fuss erreicht, als der Versuch abgeschlossen wurde. (Das Resultat dieses Versuches wurde durch eine photographische Aufnahme festgehalten.)

Betreffs der Beziehung dieser Beobachtungen zu den im freien Felde gemachten Erfahrungen möge erwähnt werden, dass der Mais nicht ohne Erfolg auf unseren sauren Hochlandsböden angebaut wird; mit Hirse will man jetzt Versuche anstellen. Die Wirkungen der Säure auf die Cruciferen und gewisse Hülsenfrüchte wurden beobachtet in Böden, welche wesentlich weniger sauer waren, als es die meisten Hochlandsböden dieser Inseln sind. Der Direktor und Agrikulturchemiker der Rhode Island (U. S.) -Versuchs-Station Professor Flagg sagt in einer Mitteilung, in welcher er von einem dem Laboratorium des Verfassers eingesandten Bodenmuster spricht: „Wir haben diesen

Boden bei der Prüfung mit Lakmuspapier als sauer befunden; er ist es in dem Masse, dass Timothee und Klee, Gerste, Rüben, Spinat und Lattich sowie einige andere Pflanzen darin versagten, sofern nicht gelöschter Kalk zur Abstumpfung der Säure hinzugefügt wurde.“

Diese Beobachtungen, welche nur einen Teil der ausgedehnten Untersuchungen bilden, die in kurzem veröffentlicht werden sollen, zeigen die ausserordentliche Verschiedenheit in der Empfindlichkeit der einzelnen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen gegenüber der Bodenacidität. Sie zeigen ferner, wie leicht das Versagen einer Pflanze irgend einer Störung in der Ernährung zugeschrieben werden kann, während es allein auf die Unfähigkeit der Pflanze, den Säuregrad des Bodens zu ertragen, zurückgeführt werden muss, wie dies durch die Fähigkeit anderer Pflanzen, in demselben Medium zu gedeihen, bewiesen wird.

---

# Methoden und Lösungsmittel zur annähernden Feststellung der wahrscheinlich assimilierbaren Pflanzennährstoffe in Böden.

Von

WALTER MAXWELL,

Direktor und Chef-Chemiker der Hawaiischen Versuchs-Station zu Honolulu.

---

Zur Ausarbeitung einer Methode und zur Auswahl von Lösungsmitteln für die Bestimmung des Verhältnisses der wahrscheinlich assimilierbaren Pflanzennährstoffe in einem Boden ist vor allem eine genaue Prüfung der Agentien erforderlich, vermittelt deren die unlöslichen Bodenmaterialien auf dem Felde durch die Prozesse der Natur täglich in solche Formen umgewandelt werden, in welchen sie den Pflanzen nutzbar werden können.

Die Prozesse, durch welche die Pflanzennährstoffe in der Natur vorbereitet werden, sind chemisch-physiologischer Art, und das in Rede stehende Problem kann deshalb zunächst nicht vom rein analytischen Standpunkt aus gelöst werden.

Die lösenden Agentien, welche bei den Vorgängen in der Natur in Betracht kommen, sind, neben dem Wasser, die Säuren, welche in dem Saft der lebenden Organismen cirkulieren und welche durch die Membranen der Wurzeln ausgestossen werden; die hauptsächlichste derselben ist, soweit unsere bisherige Kenntnis reicht, die Kohlensäure. Ausserdem und ganz besonders sind es die Säuren, welche beim Zerfall vegetabilischer Substanz auf und in dem Boden resultieren. Die Säuren, welche sich bilden, wenn Pflanzen, Wurzeln und Früchte zerfallen, sind die einfachen organischen Säuren — Kohlenstoffsäuren — und die



Amidosäuren, Kohlenstoff — Stickstoffsäuren. Die Säuren in lebenden pflanzlichen Organismen und diejenigen, welche beim Zerfall derselben entstehen, sind also Kohlenstoffsäuren mit oder ohne Stickstoff. Bei der vollkommenen Auflösung von vegetabilischer Materie indessen erfahren diese organischen Säuren eine weitergehende Zersetzung; der Kohlenstoff wird zu Kohlen- säure und der Stickstoff der Amidosäuren zu Salpetersäure oder zu freiem Stickstoff, den einfachen Formen, in welchen dieselben ursprünglich aus der Luft entnommen wurden, um den Pflanzen- organismus aufzubauen. Der Gehalt der Pflanzensubstanz an Kohlenstoff und Stickstoff bildet infolgedessen den Massstab für die relativen Mengen einfacher Kohlenstoffsäuren und Amido- säuren, welche beim Zerfall vegetabilischer Substanz produziert werden können, sowie für die Mengen von Kohlen- und Salpeter- säure, welche schliesslich bei diesem Zerfall entstehen, und die als lösende Agentien auf den Boden wirken. Der geringe Gehalt an Schwefelsäure und die noch geringere Menge von Phosphor- säure, welche aus dem Schwefel der Nukleine, bezw. dem Phos- phor der Phosphorglyceride (Lecithine) gebildet werden, sind bei diesen Betrachtungen nicht berücksichtigt. Auch die basische Wirkung der Amidogruppe ( $\text{NH}_2$ ) in den Amidosäuren ist vor- läufig ausser Betracht gelassen und soll erst berücksichtigt werden, sobald eine Feststellung von Resultaten im einzelnen vollzogen ist. In Ermangelung von elementaren Kohlenstoff- bestimmungen in Pflanzen musste ein anderer Weg eingeschlagen werden, um zu einer Schätzung der relativen Menge dieses Elementes im pflanzlichen Organismus, sowie zu gleicher Zeit derjenigen des Stickstoffs zu gelangen. Dies geschah durch Feststellung des Betrages derjenigen Komponenten der Pflanzen- substanz, welche aus nicht Stickstoff enthaltenden Kohlenstoff- verbindungen zusammengesetzt sind, sowie durch Ermittlung der Menge der stickstoffhaltigen Bestandteile. Die stickstoff- freien Kohlenstoffverbindungen sind die sogenannten stickstoff- freien Extraktivstoffe, die Rohfaser und die Fette. Die stickstoffhaltigen Körper werden unter dem Namen „Protein- stoffe“ zusammengefasst. Die relativen Beträge an diesen stick- stofffreien und stickstoffhaltigen Bestandteilen, wie sie bei einer reichlichen Anzahl von landwirtschaftlichen Gewächsen ermittelt worden sind, sind in der folgenden Tabelle zusammen- gestellt:

Arten der Gewächse	Anzahl der untersuchten Muster	Eiweissstoffe	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktivstoffe	Fett
1. Legumen u. Cerealien	32	8.0%	27.6%	51.0%	3.1%
2. Wurzeln u. Zwiebeln	14	13.9 "	10.5 "	64.5 "	3.1 "
3. Getreide u. and. Samen	45	12.9 "	2.3 "	79.5 "	4.4 "
Mittel		11.6%	13.5%	65.2%	3.5%

Scheidet man die dritte Reihe, die Samen, von der Kalkulation aus, da dieselben ja doch nicht wieder direkt in den Boden zurückkehren, so würden die Mittelwerte doch ungefähr dieselben bleiben, da der hohe Gehalt der Samen an Extraktivstoffen durch den geringen Prozentsatz derselben an Rohfaser wieder ausgeglichen wird.

Die obigen Daten zeigen, dass in den 91 Mustern vegetabilischer Erzeugnisse enthalten sind:

stickstofffreie Kohlenstoffverbindungen 82.2 %  
 und stickstoffhaltige " 11.6 %.

Die stickstofffreien Kohlenstoffverbindungen, einschliesslich der geringen Menge von Fetten, können als Körper mit sechs Atomen Kohlenstoff angesehen werden ( $C_6H_{10}O_5$ ). Die Eiweissstoffe, welche nach der Elementaranalyse 16 % Stickstoff bei 54 % Kohlenstoff enthalten, sind Verbindungen, in denen nach den relativen Atomgewichten ungefähr 3 Teile Kohlenstoff mit 1 Teil Stickstoff vereinigt sind. Die Beziehung von Kohlenstoff zu Stickstoff in den obigen Gewächsen lässt sich also wie folgt ausdrücken:

stickstofffreie Kohlenstoffverbindungen:  $82.2\% \times 6 C = 493,2$  Teile C

stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindungen:  $11.6 \times 3 = 34.8$  Teile C

528.0 Teile C

stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindungen:  $11,6 \times 1 = 11.6$  Teile Stickstoff.

Diese Daten zeigen, dass in der Zusammensetzung der in Betracht gezogenen Pflanzen, Wurzeln und Samen 45 Teile Kohlenstoff auf 1 Teil Stickstoff entfallen. Es müssen daher bei der Zersetzung derselben schliesslich 45 Teile Kohlenensäure und 1 Teil Salpetersäure produziert werden.

Salpetersäure ist ein unmittelbarer wirkendes Lösungsmittel als Kohlenensäure und wird das Bodenmateaial schnell zer-

setzen, solange seine Wirkung andauert. Die Dauer und das Mass dieser Wirkung indessen sind durch die Menge bestimmt und können sich nur bis zu dem Punkte ausdehnen, wo die Neutralisation der betreffenden Basen, auf welche die Wirkung gerichtet ist, erreicht ist. Dasselbe gilt von der Kohlensäure. Die Salpetersäure ist ferner eine einbasische Säure, während Kohlensäure zweibasisch ist, wodurch sich die lösende Kraft der 45 Teile Kohlenstoff verdoppelt und die mögliche Wirkung des einen Teiles Salpetersäure auf  $\frac{1}{90}$  derjenigen der Kohlensäure herabgesetzt wird, vorausgesetzt, dass beide Säuren ihre Wirkung auf die Basen des Bodens bis zur Neutralisation ausüben.

Diese Betrachtungen erscheinen dem Verfasser geeignet, einen Fingerzeig zu bieten für die anzuwendende Methode und den Charakter der auszuwählenden Lösungsmittel, deren Wirkung annähernd den in der Natur stattfindenden Vorgängen entsprechen würde. Dass die vorstehenden Deduktionen richtig sind, beweisen eine Reihe von Untersuchungen, für welche Methoden ausgewählt wurden, bei denen Mineralsäuren ausgeschlossen waren und ausschliesslich einfache Kohlenstoffsäuren sowie Amidosäuren als Lösungsmittel zur Verwendung kamen. Die Resultate dieser Untersuchungen, welche nur einen Teil einer im Gange befindlichen ausgedehnten Arbeit über Hawaiiische Böden bilden, und welche unter Mitwirkung der beiden ersten chemischen Assistenten, der Herren J. T. CRAWLEY und C. F. ECKART, ausgeführt wurden, sollen in einem späteren Hefte dieser Zeitschrift veröffentlicht werden.

---

# Untersuchungen über den Einfluss der Kulturgewächse und der Dungstoffe auf den Stickstoffgehalt des Bodens.

Von

C. F. A. TUXEN.

(Aus dem agritektur-chemischen Laboratorium der Kgl. landwirtschaftlichen  
Hochschule zu Kopenhagen.)

---

Es hat ein nicht geringes Interesse, nachweisen zu können, welchen Einfluss sowohl der Anbau der verschiedenen Gruppen unserer Kulturpflanzen, als auch die Anwendung der verschiedenen Düngemittel durch eine längere Anbauperiode auf den Nährstoffgehalt des Erdbodens haben. Für die Kulturpflanzen fragt es sich, ob die verschiedenen Gruppen derselben für gewisse Nahrungsstoffe des Bodens bereichernd, schonend oder zehrend wirken, und für die Düngemittel, ob diese, nachdem sie in grösseren Mengen dem Boden einverleibt wurden, hier für künftige Saaten bewahrt werden können. Es lassen sich freilich durch Düngungsversuche sichere Schlussfolgerungen darüber ziehen; es ist aber von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit, durch eine Untersuchung des Bodens selbst entscheidende Bestätigung erreichen zu können.

Für die Kulturpflanzen ist es auf dem Wege der Untersuchungen festgestellt, dass man mit Rücksicht auf ihr Verhalten gegenüber dem Stickstoff des Bodens mehrere Gruppen unterscheiden kann. So wirken die Hülsengewächse bereichernd und vermehren unter gewissen Verhältnissen den Stickstoffgehalt des Bodens, indem sie den freien Stickstoff der Luft aufnehmen und daraus ihre stickstoffhaltigen organischen Stoffe bilden, welche bei der Verwesung der Gewächse im Boden in Humus übergehen. Die Gräser wirken möglicherweise dadurch etwas bereichernd,

dass sie die Stickstoffverbindungen des Regens binden; sie wirken jedoch insbesondere für den Stickstoffvorrat des Bodens bewahrend, indem sie während ihrer langen Vegetationszeit den Stickstoffverlust durch Auswaschung verhindern. Die Getreidearten wirken während ihrer verhältnismässig kurzen Vegetationsdauer stark zehrend, und darnach, wenn der Boden während des grössten Theiles des Jahres unbebaut ist, wird der Humus oxydiert und ein Teil des Stickstoffs vom Regen als Salpetersäure ausgewaschen.

Was die Düngemittel anlangt, weiss man, dass diejenigen, welche im Boden Humus bilden, dadurch den Stickstoffgehalt derselben erhöhen. Anders verhält es sich mit den künstlichen stickstoffhaltigen Düngemitteln, den Ammoniaksalzen und dem Chilisalpeter. Aus den Drainwasseruntersuchungen auf Rothamsted in England ergiebt sich nämlich, dass der Boden nach Anwendung dieser Düngemittel einen grossen Verlust an Stickstoff als Salpetersäure erleidet, wenn derselbe nicht einen üppigen Pflanzenwuchs trägt, welcher die Salpetersäure sogleich aufnehmen kann. Es scheint hieraus hervorzugehen, dass der in dem Falle von der Frucht nicht aufgenommene Stickstoff für den Boden verloren geht. Letzteres wird dann nur durch den vermehrten Pflanzenabfall (Stoppeln und Wurzeln), welchen diese Düngstoffe durch Vermehrung der Frucht zuwege gebracht haben, eine Erhöhung ihres Stickstoffgehaltes erreichen, denn nur der Stickstoff, welchen die Düngesalze den Stoppeln und Wurzeln geliefert haben, geht in Humus über. Findet eine andauernde Anhäufung von Stickstoff in der Ackererde statt, dann muss der Stickstoff in dem Humus gebunden sein. Das Ammoniak, welches wohl von der Ackererde gebunden wird, wird schnell zu Salpetersäure oxydiert und ausgewaschen.

Es fehlt allerdings nicht an Untersuchungen über den hier erwähnten Gegenstand, da aber nur äusserst wenige unter denselben an dem Boden nach vieljähriger gleichmässiger Kultur ausgeführt wurden, so werden die nachfolgenden Untersuchungen einiges Interesse bieten.

Im Jahre 1863 wurden auf dem hiesigen Versuchsfelde  $2\frac{1}{2}$  ha von gleichmässiger Beschaffenheit für Düngungsversuche bestimmt. Es ist durch Analysen konstatiert worden, dass der Stickstoffgehalt des Bodens wenige Jahre nach dem Anfang der Versuche bis auf eine Tiefe von 21 cm vollständig gleich war.

Von den  $2\frac{1}{2}$  ha wurden 2 ha mit einer Wechselwirtschaft, bestehend aus: Weizen, Rüben, Gerste und Bohnen, angebaut; jede Versuchsparzelle hatte einen Umfang von 7 a.  $\frac{1}{4}$  ha wurde für Düngungsversuche mit ausdauernder Gerste (2zeilig) benutzt; jede Parzelle 3 a.  $\frac{1}{4}$  ha wurde für Düngungsversuche mit ausdauerndem Grase verwendet; jede Parzelle 3 a. Bei dieser letzten Versuchsreihe wurde der Boden mit einem Gemische von Rot- und Weisklee, englischem und italienischem Raigras und Timotheusgras besät. Im Jahre 1867 wurde der Boden gebracht und mit Hafer angebaut und dann wieder mit Gras kultiviert, 1873 wieder gebracht und mit demselben Samengemisch, wie früher, benutzt.

Der Boden war lehmig, der Untergrund bestand aus Lehm.

Jede der 3 Versuchsarten war in 8 Versuchsparzellen geteilt, von denen eine nicht gedüngt war, die anderen aber verschiedenen Dünger bekamen. Die nachfolgenden Untersuchungen wurden nur auf den nichtgedüngten und den stallgedüngten Parzellen, sowie auf denjenigen, welche künstlichen Dünger bekommen hatten, vorgenommen. Es wurden hiervon jedes Jahr 40 kg lösliche Phosphorsäure, 40.2 kg Stickstoff als schwefelsaures Ammoniak und 97 kg Kali als schwefelsaures Kali pro Hektar gegeben. Der mit Stalldünger gedüngte Boden bekam bis 1872 18000 kg strohreichen und stickstoffarmen Stalldünger pro Hektar, nach 1872 dagegen 36000 kg.

Da diese Untersuchungen lediglich den Zweck haben, die durch die eine lange Reihe von Jahren fortgesetzte einseitige Kultur bewirkten Veränderungen in dem Stickstoffgehalte des Bodens nachzuweisen, soll hier nicht eine vollständige Übersicht von der Grösse der Ernten gegeben werden, sondern bloss einige Bemerkungen bezüglich der bei den Versuchsparzellen mit ausdauerndem Grase erhaltenen Heuerträge gemacht werden.

Nach einiger Zeit ging der Heuertrag zurück, besonders stark in den Jahren 1879, 1880, 1881 und 1883; in den darauffolgenden Jahren besserte er sich bedeutend, aber nach 1886 bis zum Schluss der Versuche war der Rückgang stark und der Ertrag ganz unbedeutend. Für den Zeitraum von 1886—1894 darf gesagt werden, dass der Grasboden, trotzdem er gedüngt wurde, gewissermassen geruht habe. Dagegen stehen die Erträge, welche die Gerste- und die Wechselwirtschaft in den letzten Jahren geleistet haben, den in den ersten Versuchsjahren

von ihnen geleisteten nicht besonders nach. Das ungünstige Klima des Landes und die Samengemische sind es im wesentlichen, die den schlechten Grasertrag bewirkt haben. Allein trotzdem hat doch der Graswuchs — wie aus den nachfolgenden Tabellen erhellen wird — auf den Stickstoffgehalt des Bodens, besonders der ausdauernden Gerste gegenüber, einen überaus günstigen Einfluss ausgeübt.

Es wurden dieselben Untersuchungsmethoden wie die auf Rothamsted angewandten gewählt; es wurden an 5 verschiedenen Stellen in jeder Parzelle Bodenproben entnommen und daraus eine Durchschnittsprobe hergestellt. Der Stickstoffgehalt, welcher in dem Boden aus 0—10 cm und 10—20 cm untersucht wurde, ist in Kilogramm pro Hektar bis 20 cm Tiefe angegeben. — Die erste Untersuchung fand im Jahre 1886 statt, also nach 22 Jahre langer gleichmässiger Kultur, die zweite im Jahre 1894, d. h. nach 30 Jahren.

**Tabelle I. Stickstoffgehalt in mit ausdauerndem Grase und ausdauernder Gerste angebautem Boden nach 22 Jahren.**

(Kilogramm pro Hektar in 20 cm Tiefe, für sämtliche Tabellen geltend.)

Boden	Mit ausdauerndem Grase angebaut	Mit ausdauernder Gerste angebaut	Unterschied
Nicht gedüngt . . . . .	4931	3578	1353
Künstlich gedüngt . . . . .	5131	3639	1492
Stalldünger . . . . .	5842	4596	1246

**Tabelle II. Stickstoffgehalt in mit ausdauerndem Grase bebautem bezw. Wechselwirtschafts-Boden nach 22 Jahren.**

Boden	Mit ausdauerndem Grase bebaut	Andauernde Wechselwirtschaft	Unterschied
Nicht gedüngt . . . . .	4931	4407	524
Künstlich gedüngt . . . . .	5131	4582	549
Stalldünger . . . . .	5842	5493	349

Es geht aus diesen Tabellen hervor, dass der Stickstoffgehalt des Grasbodens nach 22 Jahren bedeutend höher ist, als der des Gersten- und Wechselwirtschafts-Bodens. Die Ursache hiervon ist in verschiedenen Verhältnissen zu suchen, welche hier in Kürze berührt werden sollen.

Ausser durch den Dünger und die stickstoffbereichernden Gewächse (die Kleearten) erhält nämlich der Grasboden einen Zuschuss von Stickstoff von den Stickstoffverbindungen des Regens. Als Resultat einer 5jährigen Untersuchung habe ich gefunden, dass hier in Dänemark dem Boden alljährlich 15 kg Stickstoff pro Hektar in Form von Stickstoffverbindungen zugeführt werden. Es ist nun höchst wahrscheinlich, dass der Graswuchs, welcher durch den grössten Teil des Jahres vegetiert, etwas von dieser Stickstoffmenge ausnutzt und im Pflanzenabfall hinterlässt. Auch verkündet der Graswuchs den Verlust des Bodens von Stickstoff in Form von Salpetersäure. Während der warmen Jahreszeit ist der Grasboden kühler und trockener, als der unbebaute oder spärlich bewachsene Boden, weshalb die Salpeterbildung in dem Grasboden mehr zurückgedrängt ist; ausserdem enthält letzterer infolge der Atmung der Graswurzeln weniger Sauerstoff, was auch die Salpeterbildung hemmt. Die verhältnismässig geringe Menge Salpetersäure, welche in dem Grasboden gebildet wird, wird deshalb von dem Grase selbst aufgenommen. Infolge der langen Vegetationszeit des Graswuchses ist derselbe das ganze Jahr hindurch imstande, die Salpetersäure aufzunehmen, je nachdem diese im Boden gebildet wird. Der Verlust von Salpetersäure ist daher in dem grastragenden Boden äusserst gering im Verhältnis zu dem Boden, welcher Kulturgewächse mit kurzer Vegetationsdauer trägt.

Aus den genannten Gründen wirkt der Graswuchs schonend und bewahrend auf den Stickstoffvorrat des Bodens, und zwar in höherem Grade als irgend eine andere Kulturpflanze. Dieses Verhältnis tritt in der Tabelle I deutlich hervor; im Vergleich mit dem Wechselwirtschaftsboden ist der Unterschied am Stickstoffgehalt geringer, da die Wechselwirtschaft ein stickstoffreicherndes Gewächs hat, nämlich die Bohne.

**Tabelle III. Stickstoffgehalt in andauerndem Wechselwirtschafts- und Gersten-Boden nach 22 Jahren.**

Boden	Andauernder Wechselwirtschaftsboden	Andauernder Gerstenboden	Unterschied
Nicht gedüngt . . . . .	4407	3578	829
Künstlich gedüngt . . . . .	4582	3639	943
Stalldünger . . . . .	5493	4596	897



Es geht hieraus hervor, dass der Wechselwirtschaftsboden um ca. 900 kg Stickstoff pro Hektar mehr, als der Gerstenboden, enthält, gleichgültig, ob der Boden gedüngt ist oder nicht. Zu diesem Unterschiede trägt für die Wechselwirtschaft nicht nur der Umstand bei, dass dieselbe ein stickstoffbereicherndes Gewächs hat, sondern auch der Weizen und die Wurzelgewächse, welche wegen ihrer längeren Vegetationsdauer den Verlust des Bodens an Salpetersäure beschränken. Die Gerste hat dagegen eine kurze Vegetationszeit, während welcher bloss ein dürrtiger Ertrag (6 fältig) produziert wurde, welcher möglicherweise nicht imstande war, alle während der Vegetationszeit gebildete Salpetersäure aufzunehmen.

Wenn man den Stickstoffgehalt des nicht gedüngten Bodens mit dem des künstlich gedüngten und des mit Stalldünger versehenen vergleicht, geht aus allen Tabellen hervor, dass der Ammoniakdünger nicht imstande gewesen ist, den Stickstoffvorrat des Bodens in nennenswertem Grade zu vermehren; dagegen hat der Stalldünger den Boden um ca. 1000 kg Stickstoff pro Hektar bereichert.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen den Stickstoffgehalt des Bodens nach 30 Jahre langer gleichmässiger Kultur, wobei jedoch ausdrücklich hervorzuheben ist, dass der Graswuchs während der letzten 8 Jahre ein äusserst kümmerlicher war. Der Grasboden ist daher während dieses Zeitraumes und insbesondere gegen den Schluss der Versuche als ein Boden in Ruhe anzusehen.

**Tabelle IV. Stickstoffgehalt in andauerndem Gras- und Gerstenboden nach 30 Jahren.**

Boden	Andauernder Grasboden	Andauernder Gerstenboden	Unterschied
Nicht gedüngt . . . . .	4638	3470	1168
Künstlich gedüngt . . . . .	5010	3403	1607
Stalldünger . . . . .	6793	4804	1989

Beim Vergleich mit Tabelle I stellt sich heraus, dass sowohl in den nicht gedüngten, wie in den künstlichen Parzellen, ein Rückgang stattgefunden hat, in den mit Stalldünger versehenen aber eine starke Vermehrung. Für den Grasboden beträgt

die Stickstoffvermehrung im Laufe von 8 Jahren 951 kg pro Hektar, für den Gerstenboden 208 kg. Diese Vermehrung ist im wesentlichen dem Stalldünger zuzuschreiben; jedoch muss es auch mit in Betracht genommen werden, dass letzterer, indem er den Boden mit reichlichem Humus versieht, die Wasserkapazität desselben erhöht, so dass die Auswaschung und somit auch der Salpeterverlust erheblich beschränkt wird.

**Tabelle V. Stickstoffgehalt in andauerndem Gras- und Wechselwirtschaftsboden nach 80 Jahren.**

Boden	Andauernder Grasboden	Andauernder Wechselwirt- schaftsboden	Unterschied
Nicht gedüngt . . . . .	4638	5025	— 387
Künstlich gedüngt . . . . .	5010	5185	— 175
Stalldünger . . . . .	6793	6164	+ 629

Hier ergibt es sich, dass der nicht gedüngte und der künstlich gedüngte Wechselwirtschaftsboden mehr Stickstoff enthält, als die entsprechenden Parzellen des Grasbodens. Im Laufe von 8 Jahren ist der Stickstoffgehalt sämtlicher Wechselwirtschaftsparzellen gestiegen, und zwar die nicht gedüngte Parzelle um 618 kg, die künstlich gedüngte um 603 kg und die mit Stalldünger gedüngte um 671 kg pro Hektar. Der mit Stalldünger versehene Grasboden zeigt jetzt einen um 629 kg höheren Stickstoffgehalt, als die entsprechende mit Stalldünger gedüngte Wechselwirtschaftserde — nach 22 Jahren zeigte sie nur 349 kg.

**Tabelle VI. Stickstoffgehalt in andauerndem Wechselwirtschafts- und Gerstenboden nach 80 Jahren.**

Boden	Andauernder Wechselwirt- schaftsboden	Andauernder Gerstenboden	Unterschied
Nicht gedüngt . . . . .	5025	3470	1555
Künstlich gedüngt . . . . .	5185	3403	1782
Stalldünger . . . . .	6164	4804	1360

Während nach 22 Jahren der Unterschied im Stickstoffgehalt des Wechselwirtschafts- und des Gerstenbodens für die nicht gedüngten Parzellen 829 kg, für die künstlich gedüngten

943 kg und für die mit Stalldünger versehenen 897 kg pro Hektar betrug, ist er jetzt auf bezw. 1555, 1782, 1360 kg gestiegen. Da beide Versuchsböden die gleiche Behandlung und den gleichen Dünger bekommen haben, zeigt der Unterschied in ihrem Stickstoffgehalt, welche eingreifende Bedeutung die Wechselwirtschaft auf den Boden mit Rücksicht auf das Kultivieren mit ausdauernder Gerste hat — eine Bedeutung, die auch in der Grösse der Erträge zu Tage tritt.

Aus den oben mitgeteilten Untersuchungen geht zugleich hervor, dass die stickstoffhaltigen künstlichen Düngemittel den Stickstoffvorrat des Bodens nicht bereichern; nur der Stalldünger ist dessen fähig — er ist es, der, soweit den Stickstoff anlangt, „alte Kraft“ in der Erde zuwege bringt. Es ergibt sich nämlich, dass zwischen dem Stickstoffgehalt der nicht gedüngten und der künstlich gedüngten Parzellen kein nennenswerter Unterschied stattfindet; dagegen ist der Unterschied zwischen den nicht gedüngten und andererseits den mit Stalldünger gedüngten ein sehr bedeutender: für den Grasboden nach 30 Jahren 2155 kg, für den Wechselwirtschaftsboden 1139 kg und für den Gerstenboden 1334 kg pro Hektar — Zahlen, welche für die grosse Bedeutung des Stalldüngers und des Gründüngers bei der andauernden Versorgung des Bodens mit Stickstoff laut sprechen.

---

# Über einige kaliumreiche Erdarten.

Von

A. BORNTAEGER und G. PARIS-Portici.

---

Bekanntlich sind die Erdarten vulkanischen Ursprungs reich an Kaliumverbindungen. Dass ein Teil der letzteren durch Wasser ausgezogen werden könne (event. in Gegenwart von Kohlensäure), zeigen die von E. CASORIA<sup>1)</sup> bei der Analyse von Wassern aus der Umgegend des Vesuvs erhaltenen Resultate, indem sämtliche Wasser reich an Salzen des Kaliums waren, welches Element den anderen gegenüber vorwog.

Um im Erdboden das von den Pflanzen direkt assimilierbare Kalium zu bestimmen, darf man bekanntlich nicht die vollständige Disgregation ausführen, sondern es muss zu Agentien gegriffen werden, welche im Lösungsvermögen sich möglichst den von den Wurzeln in Freiheit gesetzten (organische Säuren etc.) nähern. Und in der That ist vorgeschlagen worden, die Erdarten mit verdünnten organischen Säuren zu behandeln, um die augenblickliche Fruchtbarkeit bezüglich des Kaliums zu ermitteln, da die Extraktion mit Mineralsäuren resp. die Aufschliessung mit Flussssäure ausser den leicht assimilierbaren Kaliumsalzen auch einen grossen Teil des Kaliums bzw. alles Kalium finden lassen würden, welches nur mit der Zeit, und zwar infolge der Einwirkung der Atmosphärenteilchen etc., assimilierbar werden kann.

CASORIA<sup>2)</sup> hat die Feinerde verschiedener Erdarten vulkanischen Ursprungs successive der Behandlung mit kalter 10proz. Essigsäure, siedender Salzsäure vom spec. Gew. 1.12 und zuletzt der Aufschliessung mit Flussssäure unterworfen.

---

<sup>1)</sup> Rivista italiana di Scienze naturali I (1885), Heft 1; L'Idrologia e la Climatologia medica VII (1885), No. 9; IX (1887), No. 3; XI (1889), No. 8; Annuario della R. SCUOLA Sup. di Agricoltura in Portici V (1885), Heft 1.

<sup>2)</sup> Annuario della R. SCUOLA Sup. di Agricoltura in Portici IV (1884), Heft 1.

Während die Essigsäure aus allen Mustern nur wenig Kalium aufgenommen hat, ist viel mehr von letzterem durch die Salzsäure in Lösung gebracht worden. So wurden beispielsweise aus der Feinerde eines Versuchsfeldes in Portici 0.10 und 3.03 Prozent in Essigsäure bzw. in Salzsäure löslichen Kalis ( $K_2O$ ) gefunden.<sup>1)</sup> Nach dem Autor würde der durch Salzsäure ausziehbare Teil des Kaliums aus dem Gehalte der Lava an Leucit etc. herkommen.

In den Schlacken und der Lava des Vesuvs vom Ausbruche des Jahres 1631 fand CASORIA<sup>2)</sup> 0.062 und 0.104 Prozent durch Essigsäure ausziehbares, dagegen 6.216 und 6.357 Prozent in Salzsäure lösliches Kali. Auch hier schreibt er die grosse Menge des letzteren der Gegenwart beträchtlicher Mengen von Leucit in jener Lava zu. In der durch Verwitterung dieser letzteren entstandenen Feinerde fanden sich 0.090 und 4.104 Prozent in Essig- bzw. Salzsäure löslichen Kalis vor.

Auch uns haben mehrere Erdarten vulkanischer Herkunft aus der Umgegend des Vesuvs vorgelegen, welchen ein guter Anteil des Kaliums durch heisse Salzsäure vom spec. Gewicht 1.12 entzogen werden konnte. In der beigefügten Tabelle führen wir für 4 solche Erdarten die Gehalte an in Salzsäure löslichem Kali auf, ebenso wie die übrigen Ergebnisse der Analyse.

#### Analyse von Ackererden.

	1.	2.	3.	4.
Karbonate . . . . .	wenig	wenig	wenig	—
In HCl unl. Rückst. (bei 110° getrockn.)	66.38 %	65.53 %	64.80 %	—
Gesamtstickstoff . . .	0.0252 „	0.3934 „	1.00 „	0.33 %
Humus . . . . .	wenig	ziemlich viel	wenig	2.36 „
In der salzs. Lösung waren auf 100 Teile Erde bezogen:				
Sulfate . . . . .	Spuren	Spuren	wenig	—
Eisen . . . . .	viel	viel	viel	—
$P_2O_5$ . . . . .	0.417 %	0.303 %	0.684 %	0.350 „
$CaO$ . . . . .	viel	viel	ziemlich viel	8.11 „
$MgO$ . . . . .	wenig	wenig	„	—
$K_2O$ . . . . .	4.234 %	4.379 %	5.050 %	2.710 „

<sup>1)</sup> Annuario della R. SCUOLA Sup. di Agricoltura in Portici V (1885), Heft 1.

<sup>2)</sup> Bollettino della Società di Naturalisti in Napoli 1888, 214.

Der in Salzsäure unlösliche Rückstand war im ersten und dritten Falle thonig-sandig, im zweiten sandig.

Behufs Anstellung der Analyse haben wir die Muster eine Stunde lang mit 5 Teilen Salzsäure vom spec. Gewicht 1.12 gekocht, sodann die Kieselsäure durch Verdampfen unlöslich gemacht, mit Salzsäure und Wasser aufgenommen, das Filtrat nebst den Waschwassern auf ein bestimmtes Volum gebracht. Ein Teil der Flüssigkeit diente zur Bestimmung des Kalis, der Rest zu der der übrigen Bestandteile, wobei bekannte genaue Methoden (FRESSENIUS, Quantitative Analyse) befolgt wurden. Um von vornherein jeden Zweifel betreffs der Zuverlässigkeit unserer Befunde an in Salzsäure löslichem Kali zu beheben, bemerken wir, dass bei der Bestimmung dieser Base nach der Abscheidung der Magnesia in der Hitze durch Calciumhydrat, sowie des Calciums durch kohlen-saures und oxals-aures Ammonium, dem Verdampfen zur Trockne und dem Vertreiben der Ammoniums-salze untersucht wurde, ob sich der Rückstand klar im Wasser auflöste, und ob die Flüssigkeit bei Zusatz von Ammoniak und von kohlen-saurem Ammonium klar blieb. Da dies der Fall war, so wurden neuerdings die Ammoniums-salze verjagt, um wieder mit Wasser aufzunehmen und nunmehr mit Platinchlorid lege artis das Kalium auszufüllen etc.

---

1

# Die quantitative Trennung von Hemicellulose, Cellulose und Lignin und das Vorkommen der Pentosane in diesen.

Von

W. HOFFMEISTER-Insterburg.

Wie aus frühern Versuchen und Beobachtungen hervorging, sind die Cellulosen und Hemicellulosen den bisher angewendeten Methoden, sie quantitativ zu gewinnen, gegenüber nicht widerstandsfähig genug; sie werden vielmehr ganz oder teilweise angegriffen und gelöst. Insbesondere ist das der Fall bei den Pentosanen; aber auch Hexosane lösen sich, wenn auch in verschieden starkem Grade, je nach den einwirkenden Reagentien und je nach der Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Formen derselben mehr oder weniger leicht auf. Starke Säuren: Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Essigsäure, teils in der Kälte oder noch mehr in der Wärme, die Gemische der beiden erstern mit chloresauerm Kali, ferner Alkalien beim Erwärmen greifen sie an und zerstören sie zum Teil. In der Kritik dieser Methoden ist dieses ihr Verhalten neuerdings von TOLLENS genauer untersucht und bestätigt. Aber selbst destilliertes Wasser greift sie bei höherer Temperatur als dem Siedepunkt — im Dampftopf — an, und es werden immer Anteile gelöst, bei einzelnen auch schon bei Siedehitze. Ferner lassen alle bisherigen Methoden völlig im Stich, um die Cellulose des Lignin quantitativ zu erhalten und gleichzeitig die inkrustierenden Substanzen zu isolieren. Die energischen Mittel zur Trennung beider greifen die erstere an und zerstören sie zum Teil; vollständig aber die letzteren.

Es sind mithin die starken Säuren mit oder ohne chloresaueres Kali, ferner Kali, Natron, soweit die genannten schon



in der Kälte einwirken oder dazu höherer Temperatur bedürfen, auszuschliessen, und es ist ein Verfahren einzuschlagen, welches das Verhalten der verschiedenen Formen gegen nicht zerstörend eingreifende Lösungsmittel in aufeinander folgender Behandlung berücksichtigt, sowie die Trennung in der Kälte wenigstens für Gruppen der Celluloseformen gestattet.

Das erste Lösungsmittel, welches die am leichtesten zugänglichen Formen der Hemicellulose und Cellulose aufnimmt, sofern sie nicht von den inkrustierenden Substanzen unlöslich gehalten werden, ist die 5%ige Natronlauge. Sie wurde bekanntlich zuerst von THOMSEN zur Gewinnung des sogenannten Holzgummis verwendet.

In derselben ist ein grosser Teil der Pentosane löslich; aber durchaus nicht alle Pentosane werden vollständig, dagegen wieder andererseits Teile von Hexosanen gelöst. Da aber die Natronlauge ein bequemes Mittel ist, gewisse Anteile dieser Kohlehydrate zu gewinnen, welche voraussichtlich auch der Verdauung zugänglicher sind, da ferner nicht alle Hemicellulosen in SCHWEIZERS Reagens sich lösen, so ist eine Extraktion der Pflanzensubstanz mit derselben nicht zu umgehen. Auch da, wo keine bestimmbar Mengen von Hemicellulose vorhanden, ist die Extraktion mit Natronlauge auszuführen, um andere Stoffe zu entfernen.

Die zu untersuchenden Pflanzenstoffe werden zunächst von Fett befreit und nach einander mit verdünnter Salzsäure und Ammoniak in der Kälte extrahiert. Der Rückstand wird mit 5%iger Natronlauge unter öfterm Umschütteln während einiger Tage behandelt, soweit es möglich, die klare Lösung dekantiert, nochmals, wenn nötig, mit Natronlauge oder mit Wasser übergossen und so lange extrahiert, als sich noch etwas löst. Die vereinigten Flüssigkeiten werden mit Salzsäure neutralisiert und mit Alkohol versetzt, um ein schnelleres Absetzen zu ermöglichen. Auch hier ist ein Dekantieren, soweit es angeht, dem Filtrieren, welches längere Zeit in Anspruch nimmt, vorzuziehen. Zuletzt wird die Hemicellulose auf ein Faltenfilter gebracht, mit alkoholhaltigem, zuletzt ammoniakalischem Wasser ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Zur Reinigung wird die Auflösung und Gewinnung wiederholt.

In der möglichst sicheren TOLLENS'schen Methode, die nicht allein relativ brauchbare Zahlen giebt, sondern auch jedenfalls

sehr annähernd absolut richtige quantitative Bestimmungen gestattet, ist das geeignete Mittel gegeben, die vorhandenen Pentosane zu bestimmen.

Das zweite Lösungsmittel ist SCHWEIZERS Reagens. Es sei, da die beste Darstellung desselben wenig bekannt zu sein scheint, hier dieselbe aufgeführt, wie sie DUFLOS in einem alten Werk angiebt.

Eine beliebige Menge Kupfersulfat wird in heissem Wasser gelöst, noch heiss mit Ammoniak möglichst genau ausgefällt, der Niederschlag durch Dekantieren ausgewaschen, mit kaltem Wasser übergossen und mit so viel etwas verdünnter Natronlauge geschüttelt, bis die anfangs grüne Farbe in eine hellblaue übergegangen ist, und dann wieder durch Dekantieren ausgewaschen. Den Niederschlag mit wenig Wasser löst man entweder direkt in Ammoniak auf oder, noch besser, bewahrt ihn so in der Kälte auf, um ihn erst beim Gebrauch zu lösen.

Dasselbe wird nach Erschöpfung der Substanzen mit Natronlauge und Auswaschen angewendet und löst die in wechselnden Mengen je nach Art derselben vorkommenden Hexosane oder auch Pentosane, gewöhnlich beide zugleich auf, soweit das nicht die inkrustierenden Substanzen verhindern. Die Löslichkeit der Cellulose in SCHWEIZERS Reagenz wird, wie es scheint, nur durch die immer dicker und zäher werdende Beschaffenheit der Lösung begrenzt.

Die Substanz wird wie bei der Behandlung mit Natronlauge mit dem Kupferoxyd-Ammoniak während einiger Tage wiederholt geschüttelt, unter Vermeidung einer zu zähdicken Beschaffenheit der Lösung, dann wird dekantiert und so oft mit verdünntem Ammoniak behandelt, als sich noch etwas löst.

Da, wo, wie das wohl sehr häufig der Fall sein wird, mit zerschnittenen Pflanzenteilen oder sonst grob zerkleinertem Material die beschriebenen Extraktionen mit Natronlauge und SCHWEIZERS Reagens auszuführen sind, kann ein Filtrieren sehr leicht und schnell durch runde, in einen Trichter gelegte, durchlöchernde Porzellanplatten stattfinden, in welchem Falle das zeitraubende Absetzenlassen und Dekantieren vermieden und die Operationen in reinlicher und beschleunigter Weise ausgeführt werden. Die durch Dekantieren oder Filtrieren gewonnenen Lösungen der Cellulose in SCHWEIZERS Reagens werden am besten in

flacher Schale in gelinder Wärme auf dem Wasserbade eingedampft, und zwar bis zur Trockne, mit kaltem Wasser, dem etwas Salzsäure und wenig Salpetersäure zugesetzt ist, über-gossen und unter Umrühren das Kupfer zur Lösung gebracht. Auch hier wird dekantiert, und zwar auf ein Filter, und so oft das Auswaschen mit angesäuertem Wasser wiederholt, als sich noch Kupfer in der Lösung nachweisen lässt. Die rück-ständige Cellulose wird mit ammoniakalischem Wasser in der Schale oder einem Becherglase extrahiert, auf das Filter abge-gossen und so lange in gleicher Weise fortgefahren, als sich das Waschwasser noch färbt, zuletzt aufs Filter gebracht und mit Alkohol nachgewaschen. Die Cellulose bleibt zurück als mehr oder weniger grünlich oder bräunlich gefärbte oder auch farblose, mehr oder weniger aufgequollene Masse. Sie enthält meist noch immer hartnäckig anhaftende, färbende Substanzen. Erneutes Auflösen in SCHWEIZERS Reagens oder auch teilweise in Natronlauge oder doch Behandeln mit letzterer führt zur Reinigung. Diese aus SCHWEIZERS Reagens erhaltene Cellulose wird nach TOLLENS auf Pentosane untersucht. Der mit Natron-lauge und SCHWEIZERS Reagens erschöpfte Rückstand wird, wie soeben angegeben, durch Erwärmen von Ammoniak befreit, zuerst mit Salzsäure und Wasser, dann mit Ammoniak und Wasser ausgezogen, gewaschen und getrocknet. Er ist das Lignin. Dasselbe wird entweder für sich bestimmt oder zur Untersuchung resp. Trennung der Cellulose von den inkrustierenden Substanzen weiter verarbeitet. Ebenso können ohne weiteres die Pentosane darin bestimmt werden.

Das Lignin wird in den bereits erwähnten und abgebildeten einfachen, mit Kühlvorrichtung versehenen Extraktionsapparat<sup>1)</sup> eingeführt und der letztere mittels Kautschukpfropfens in einen hinreichend grossen Kolben, der bis  $\frac{3}{4}$  mit verdünntem Ammoniak angefüllt ist, eingefügt. Nachdem der Apparat zu-sammengestellt ist, wird das Ammoniakwasser im Sieden erhalten. Die Stärke des Ammoniaks wird derartig hergestellt, dass durch den Kühler kein oder doch nur wenig Ammoniak entweicht, welches in geeigneter Vorlage in Wasser aufgefangen werden kann. Die Birne, welche das Lignin enthält, wird alsbald durch das siedende Ammoniak erwärmt, während der Kühler

<sup>1)</sup> Landw. Vers.-Stat., Bd. 48, S. 407.

auch ohne stetig fließendes Wasser, falls nur erstere hinreichend gross ist, kalt bleibt. Die Stärke der Flamme wird dementsprechend reguliert. Die Flüssigkeit im Kolben färbt sich nach einiger Zeit braun und allmählich immer dunkler von den extrahierten inkrustierenden Substanzen. Von Zeit zu Zeit ist festzustellen, ob der Kolben hinreichend Ammoniak enthält, wenn nötig, dieses zuzuführen.

Frühere Versuche, das Lignin im Kolben von inkrustierenden Substanzen zu befreien oder unter Anwendung von höherer Temperatur und Druck in eiserner Flasche führten nicht zum Ziele, da dasselbe fortwährend von reinem Ammoniak, das es zudem hartnäckig festhält, umspült werden muss. Ausserdem wird bei höherer Temperatur die Cellulose des Lignins angegriffen. Nach tagelanger Einwirkung verlangsamt sich die Extraktion, wenn auch noch fortwährend eine starke Bräunung im Kolben eintritt. Die frei werdende Cellulose schützt das Lignin vor der Einwirkung des Ammoniaks, ebenso scheint auch ein Teil der bereits ausgeschiedenen inkrustierenden Substanz dasselbe umhüllend zu schützen.

Die ganze Operation wird nämlich wesentlich beschleunigt, wenn der Birneninhalt öfters mit SCHWEIZERS Reagens ausgezogen wird. Die erhaltene Cellulose-Lösung, wie oben ausgegeben behandelt, giebt eine Cellulose, welche bei dem letzten Auswaschen mit verdünntem Ammoniak mehr oder weniger, oft erhebliche Mengen inkrustierender Substanzen in die ammoniakalische Lösung gelangen lässt. Ebenso giebt der in SCHWEIZERS Reagens unlösliche, in obiger Weise behandelte Rest bei dem kalten Auswaschen mit Ammoniak neue Mengen der inkrustierenden Substanz.

Hieraus darf wohl der Schluss gezogen werden, dass die Einwirkung des Ammoniaks durch die Körper selbst verzögert wird; jedenfalls wird die Extraktion wesentlich beschleunigt, wenn eben die Cellulose öfters aufgelöst wird. Der unlösliche Rest des Lignins wird dann wieder in die Birne gebracht und so in stetem Wechsel von Neuaflösen der Cellulose und weiterm Extrahieren des Restes mit Ammoniak so lange fortgefahren, bis das letztere nichts mehr löst. Der Rest besteht aus einem braunen Körper, welcher nun mit verdünnter Natronlange kurze Zeit gekocht wird. Entweder in dieser oder häufig

erst in Ammoniak lösen sich weitere inkrustierende Substanzen, welche mit Säure ausgefällt und in geeigneter Weise gewonnen werden.

Löst sich nicht alles, so prüft man zunächst, ob noch Cellulose vorhanden ist und gelöst wird; wenn nicht, wird mit verstärkter Natronlauge so oft und so lange gekocht, bis auch die letzten Reste in dieser oder in Ammoniak löslich geworden. Bei wiederholter, von mir mit grösster Vorsicht ausgeführter Prüfung enthielt dieser braune Rückstand keine Cellulose mehr oder in einzelnen Fällen bei nicht völlig durchgeführter Extraktion mit Ammoniak nur Spuren, d. h. von 100 g Lignin 1—3 cg. Die ammoniakalischen Auszüge werden eingedampft und getrocknet; sie, wie die aus der letzten Behandlung des Restes mit Natronlauge durch Säure gefällten Anteile, enthalten die inkrustierenden Substanzen. Aus allen, auch den letzten, zieht siedender Alkohol eine in diesem leicht lösliche, hellbraune Substanz aus, die schon früher erwähnt wurde und noch weiterer Untersuchung bedarf. In bei weitem grösster Menge erhält man aber Humussäure.

Ob und in wie weit ein Eingriff des Ammoniaks in die schwerer löslichen Formen, vor allem in die Cellulose des Lignins stattfinden kann, müssen weitere Untersuchungen lehren. Bei einigen von mir angestellten Proben ist er entweder gar nicht vorhanden oder doch sehr gering, jedenfalls dürfte aber eine mildere Behandlung nicht einzuschlagen sein.

Die Bestimmungen der Zersetzbarkeit der Cellulose aus dem Lignin sind nicht quantitativ ausgeführt, ausser bei einem Beispiel; sicher aber ist, dass eine solche, wenn auch in geringem Grade, stattfindet, in bei weitem geringern, als bei den aus dem Natronlauge- und Kupferoxydammoniak-Auszug erhaltenen Formen.

Zudem wird man für gewöhnlich das Lignin nicht weiter auflösen, es sei denn, um die inkrustierenden Substanzen zu gewinnen, die sich auf keine andere Weise unzersetzt isolieren lassen.

Dass auch lediglich durch Auflösen in SCHWEIZERS Reagens und Wiedergewinnen immer neue Mengen sowohl Hexosane als Pentosane in Natronlauge löslich werden, ist schon früher erwähnt und neuerdings vielfach bestätigt. Doch scheinen diese

Körper widerstandsfähiger gegen Ammoniak zu sein. In der oben beschriebenen Weise wurde nun eine Reihe von Pflanzenstoffen behandelt, die Hemicellulosen und Cellulosen aus ihren Lösungen und die inkrustierenden Substanzen gewonnen, sowie nach TOLLENS die Pentosane bestimmt. Nur in wenigen Beispielen sind für alle Trennungsprodukte quantitative Bestimmungen ausgeführt, und sind weitere beabsichtigt, während zunächst das Vorkommen der Pentosane in Hemicellulose, Cellulose (Auszug mit Natronlauge und SCHWEIZERS Reagens) und Lignin geprüft wurde. Die Pflanzenstoffe zur Lösung des Lignins waren Guajakholz, Kork, verschiedene Holzarten, Samenschalen etc., diejenigen zur Bestimmung der Pentosane verschiedene Futterstoffe, Pferde- und Kuhkot und die erwähnten Holz und Kork. Guajakholz und Kork wurden im gepulverten Zustande, Holz als Sägespäne oder Holzwolle, die Schalen ohne Zerkleinerung verwendet.

### Sonnenblumensamen.

Durch Vermittelung erhielt ich Sonnenblumensamen aus Russland, und zwar nach dem Aussehen der Samen, die in drei Proben eingesendet wurden, von drei verschiedenen Varietäten. Zwei Varietäten wurden im Garten gezogen, und auch diese lieferten von den obigen drei wesentlich abweichende Samen. Für die Untersuchungen nach obiger Methode war die Unterscheidung der Varietäten irrelevant; sie kommt nur in Betracht für die Bestimmung ihrer Wertsabstanzen als Protein und Fett. Diese fünf Samenproben wurden beiläufig auch auf ihre Zusammensetzung: Verhältnis des Kernes zu der Samenschale, ihren Gehalt nach der gewöhnlichen Futteranalyse untersucht, und geben die Tabellen die bezüglichen Resultate.

Verhältnis der Kerne zu den Schalen	Aus Russland bezogen			Im Garten gezogen	
	1. grosse, dunkle, längliche Samen	2. kleine, runde, gestreifte Samen	3. langgestreckte, flache Samen	4. Einblütig, dicke, dunkle Samen	5. Vielblütig, klein, flach, gestreift
Kern . . . .	56.4	54.2	56.7	53.6	56.5
Schale . . . .	43.6	45.8	43.3	46.4	43.5
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Gehalt an	1.		2.		3.		4.		5.	
	Kern	Schale	Kern	Schale	Kern	Schale	Kern	Schale	Kern	Schale
Protein . . .	28.81	3.44	31.69	2.38	33.12	3.62	35.81	3.80	29.62	2.75
Öl . . . . .	46.92	0.77	42.07	0.51	44.94	0.54	42.11	0.32	49.28	0.42
Feuchtigkeit .	5.61	10.24	6.25	10.18	6.83	9.70	5.80	8.53	5.15	7.47
Asche . . . .	3.11	1.93	3.75	1.80	4.84	2.06	5.09	1.64	4.39	1.33
Rest . . . .	15.55	83.62	16.24	85.13	10.27	84.08	11.19	85.71	11.56	88.03
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Darnach geben die im Garten gezogenen grossen einblütigen Sonnenblumen einen Samen mit dem grössten Proteingehalt, die kleinen vielblütigen mit dem grössten Fettgehalt; doch lässt sich freilich daraus kein allgemein gültiger Schluss ziehen.

Wie in der vorigen Mitteilung<sup>1)</sup> erwähnt, enthalten die Kerne der Sonnenblumensamen nur Spuren von Hemicellulose und Cellulose, d. h. hier also der in Natronlauge und SCHWEIZERS Reagens löslichen Kohlehydrate und kein Lignin.

Zur Untersuchung der Samenschalen wurde eine grössere Menge in der angegebenen Weise nach einander mit Äther, verdünnter Salzsäure und Ammoniak extrahiert, gehörig ausgewaschen und getrocknet.

150 g der ursprünglichen aber trockenen Schalen ergaben nach der Extraktion mit Äther, verdünnter Säure und Ammoniak 102.2 Rückst. = 68.1 %, an Natronlauge 4.18 g = 2.78 % Hemicellulose, an SCHWEIZERS Reagens 10.08 = 6.7 % Cellulose, unlöslicher Rest (Lignin) 85 g = 56.7 % Lignin.

In der Hemicellulose (Natronlauge-Extrakt) wurden gefunden: 1 g Hemicellulose = 0.814 Pentosan = 81.4 % Pentosan; in der Cellulose (SCHWEIZERS Reagens): 2 g Cellulose = 1.090 Pentosan = 54.5 %.

Es bestehen somit die mit den beiden Lösungsmitteln erhaltenen Kohlehydrate zum bei weitem grössten Teil aus Pentosan.

50 g des nicht auflöselichen Restes — Lignin — wurden in dem Extraktionsapparat während 6 Tage (zu 24 Stdn.) mit verdünntem Ammoniak extrahiert. Der Inhalt der Birne wurde dann getrocknet, gewogen und mit Natronlauge ausgezogen.

<sup>1)</sup> Landw. Vers.-Stat. Bd. 48, S. 404.

Es wurden 1.91 Hemicellulose gewonnen, welche enthielt:  $1.91 = 0.7257$  Pentosan = 36.0% Pentosan. Der trockene Inhalt der Birne betrug 37.18 g; Hemicellulose daraus extrahiert ergab 1.91 g; die darauf folgende Extraktion mit SCHWEIZERS Reagens 20.16 g (Cellulose) und fast 1 g inkrustierender Substanz. Mithin wurden erhalten 22.07 Kohlehydrat und der Ligninrest, sowie die bis dahin ausgezogene inkrustierende Substanz. Die durch Lösung mit SCHWEIZERS Reagens erhaltenen 20.16 g enthielten noch erhebliche Mengen Pentosan: 2 g gaben 0.0436 Pentosan = 2.18%.

Als aber diese aus SCHWEIZERS Reagens erhaltene Cellulose mit Natronlauge extrahiert wurde, liess sich wieder ein, also lediglich durch Behandlung mit SCHWEIZERS Reagens<sup>1)</sup> veränderter, in der Kälte wiedergewonnener Teil ausziehen, und dieser ergab 1.1724 g = 0.1310 g Pentosan = 11.1% Pentosan. Mithin hatte sich lediglich durch Auflösen der Kohlehydrate in SCHWEIZERS Reagens ein Teil derartig verändert, dass er nun in Natronlauge löslich wurde, und in diesem das Pentosan konzentriert. Das beweist, dass eben die Pentosane leichter zerfallen, wie sie in ihrem natürlichen Vorkommen leichter und in grösserer Menge löslich sind. Weitere Beweise werde ich später erwähnen.

Aus dem ammoniakalischen Auszug des Lignins, sowie aus den ammoniakalischen Waschwässern der Hemicellulose und Cellulose sowohl wie des unlöslichen Ligninrestes liessen sich 13.26 g inkrustierende Substanz gewinnen, und es blieb ein Rest von 14.21 Lignin:

$$22.07 + 13.26 + 14.21 = 49.54.$$

Es war somit nur 0.46 g von den in Arbeit genommenen 50 g verloren gegangen.

Die bis dahin in SCHWEIZERS Reagens unlösliche Menge = 14.21 wurde weiter in zweimaliger Behandlung von je 6 Tagen mit Ammoniak und ebenso mit SCHWEIZERS Reagens extrahiert und nach der ersten resp. zweiten Extraktion 2.045, nach der zweiten resp. dritten 0.26 g Cellulose erhalten. Das in SCHWEIZERS Reagens Unlösliche enthielt keine Cellulose mehr und liess sich leicht durch Kochen mit Natronlauge und Extrahieren mit

---

<sup>1)</sup> Denn wie angegeben, war der ganze Birneninhalt bereits mit Natronlauge extrahiert.



Ammoniak in Lösung bringen. Auch hier wurden die inkrustierenden Substanzen gewonnen und ihr Gewicht bestimmt. Der Verlust von den obigen 14.21 g war ein grösserer, doch ist hier nachweisbar eine nicht unbedeutende Menge Aschenbestandteile ausgeschieden.

Somit bestanden die 50 g des Lignins aus 24.37 extrahierbarer Cellulose resp. Hemicellulose — Pentosan und Hexosan — und aus dem Rest: inkrustierende Substanzen und Aschenbestandteile. Es ist in diesem Beispiel eine quantitative Bestimmung der celluloseartigen Kohlehydrate und der inkrustierenden Substanzen nach einer bestimmten Methode durchgeführt, welche wenigstens sehr annähernd zum Ziele führt. Voraussichtlich wird sie ja nach irgend einer Richtung vereinfacht und vervollkommenet, eine genauere Unterscheidung der Hemicellulosen und Cellulosen, vielleicht auch bezüglich ihrer Verdaulichkeit ermöglicht werden; hier ist nur noch zu erwähnen, dass bei geeignetem Extraktionsverfahren sowohl des Lignins mit Ammoniak, des Ausziehens der löslich gewordenen Cellulose, des Dekantierens oder Filtrierens der in Natronlauge und SCHWEIZERS Reagens gelösten Kohlehydrate bei durch Übung und Beobachtung festzustellendem häufigern Wechsel in diesen Manipulationen und bei Anwendung nicht zu grosser Mengen Substanz die Erledigung sämtlicher Bestimmungen in einigen Wochen ausführbar ist.

Von mir sind, um Material sowohl für die Bestimmungen der Pentosane als der inkrustierenden Substanzen zu erhalten, je 500—1000 g und darüber Holz, Kork etc. mit Ammoniak extrahiert und mit den betreffenden Lösungsmitteln gelöst. In folgendem gebe ich noch einige Beobachtungsergebnisse in Bezug auf das Vorkommen und die Verteilung der Pentosane.

#### Holzgummi aus Fichtenholz ergab:

in 1 %	Natronlauge löslich	2.4146 g = 0.6971 g = 28.16 %	Pentosan.
„ 2 „	„	1.91 „ = 1.5088 „ = 79.0 „	„
„ 3 „	„	3 „ = 1.6790 „ = 55.97 „	„
„ 4 „	„	1.2454 „ = 0.0509 „ = 4.10 „	„
„ 5 „	„	2 „ = 0.0487 „ = 2.44 „	„

Hier löste also die 2%ige Natronlauge am meisten Pentosan auf, während allerdings die 1%ige erheblich weniger löste. Doch dürfte dies daher rühren, dass in dem 1% Extrakt noch viele Unreinigkeiten waren. Ferner ergaben:

5 g Cellulose aus Fichtenholzlignin, welche unlöslich in Natronlauge war, gab nur Spuren von Pentosan, dagegen ein in Natronlauge löslicher Teil:  $5 \text{ g} = 0.0725 = 1.45 \%$  Pentosan.

**Hemicellulose aus Guajakholz:**

in 2%iger Natronlauge löslich	2	$g = 0.2186$	$g = 10.93 \%$	Pentosan.
„ 3 „ „ „ „	2.2032	$= 0.1735$	$= 8.87$	„ „
„ 4 „ „ „ „	5	$= 0.1625$	$= 3.25$	„ „
„ 5 „ „ „ „	2	$= 0.05848$	$= 2.92$	„ „

Es zeigt sich also immer wieder, dass sich die Pentosane leichter in Natronlauge lösen, als die Hexosane, dass das relative Verhältnis der Löslichkeit in den schwächern Graden derselben sich zu Gunsten der Pentosane verschiebt, dass auch die bis dahin in Natronlauge gar nicht lösliche, aber lediglich durch Auflösen und Wiedergewinnen in und aus SCHWEIZERS Reagens zum Teil in Natronlauge löslich gewordene Cellulose sich an Pentosan anreichert.

Es kann daher nicht auffallen, dass die aus Pferde- und Kuhkot hergestellte Hemicellulose, welche also einen nicht völlig verdauten, aber doch schon veränderten Anteil der celluloseartigen Kohlehydrate aus dem Tierkörper darstellt, ungemein reich an Pentosan war:

3.166 g Hemicellulose aus Kuhkot	ergaben	2.2528 g	$= 71.15 \%$	Pentosan.
2.8524 „ „ „ „	Pferdekot	2.154 „	$= 75.5$	„ „

Dass bei weiterer Verdauung diese Stoffe zuerst gelöst werden, dass sie relativ zu den unverdauten und unverdaulichen Resten der Cellulose und des Lignins immer mehr sich verringern, dürfte mehr als wahrscheinlich sein.

Auch in der Korkhemicellulose befindet sich das Pentosan:

4.42 g	gaben	0.05216 g	$= 1.18 \%$	Pentosan.
1.245 „ „	„	0.01448 „	$= 1.20$	„ „

**Die Einwirkung der Dämpfe von verdünntem Ammoniak auf die Cellulose-Körper des Lignins.**

Die Einwirkung des Ammoniaks in verdünntem Zustande und in Dampfform auf die in  $\text{Na}_2\text{O}$  leicht löslichen celluloseartigen Kohlehydrate — Hemicellulose — ist ziemlich energisch, wenn auch nicht eigentlich zerstörend, doch in Lösung bringend und somit umwandelnd; doch kommen diese Stoffe nicht in Betracht, da sie sich ja in der Kälte aus Natronlauge und SCHWEIZERS Reagens gewinnen lassen.

Wie aber ist es mit denselben Stoffen, die diesen Lösungsmitteln durch Einfluss der inkrustierenden Substanzen unzugänglich sind?

Eine Beobachtung und Klarstellung ihres Verhaltens zu dem Ammoniak während der Auslösung der inkrustierenden Substanzen ist nicht möglich, da ja immer erst eine gewisse Menge der letztern entfernt sein muss, ehe das erstere auf die Cellulose und dann mehr oder minder stark sofort einwirken kann. Beide Einwirkungen lassen sich eben nicht trennen. Aber es lassen sich Schlüsse ziehen durch das Studium des Einflusses von Ammoniak auf die celluloseartigen Kohlehydrate, welche aus dem Lignin erhalten sind. Es wurde deshalb von einer grössern Menge Lignin-Cellulose der in 5% Na<sub>2</sub>O lösliche Anteil dargestellt, dieser, nachdem er getrocknet, nach einander mit Natronlauge von 1, 2, 3, 4% Stärke ausgezogen und jeder Anteil für sich gewonnen. Die aus 1% erhaltene Menge, an sich geringfügig, wurde als zu unrein nicht verwendet. Es haftet diesen Extraktionsprodukten energisch Humussäure an, weshalb diejenigen aus 1% unter Umständen einen geringern Prozentsatz an Pentosan ergeben, als die aus 2%; denn die Humussäure ist in relativ grösster Menge dann in 1% Extrakt enthalten.

5 g des 2% Extrakt wurden nun im Extraktionsapparat in derselben Weise wie angegeben den Dämpfen des Ammoniaks ausgesetzt. Äusserst langsam tritt Lösung ein. Zuerst färbt sich die Flüssigkeit braun, von immer noch anhaftender Humussäure, später färbt sie sich nicht mehr oder doch schwach; die Cellulose war nach 6 Wochen noch nicht vollständig gelöst. Die Lösung verdampft, giebt mit Weingeist einen starken Niederschlag; doch ist der ausgeschiedene Körper noch nicht rein dargestellt und untersucht. Langsam also werden die am leichtesten löslichen Teile der Lignin-Cellulose von ammoniakalischen Dämpfen angegriffen und gelöst.

Wie verhält es sich mit der in Natronlauge nicht löslichen Cellulose?

32 g derselben wurden während 10 Tagen in gleicher Weise mit Ammoniak extrahiert, dann getrocknet und gewogen. Es wurden wieder erhalten 30.46 g, welche, mit 5% Natronlauge extrahiert, an diese 0.96 Hemicellulose abgaben. Somit waren 3% Hemicellulose entstanden und 1.8 von der Masse verloren resp. in Lösung gegangen.

Die Cellulose geht mithin langsam bei der Behandlung mit Ammoniak in löslichere Formen und zuletzt in Lösung über. Obige Versuche ergaben, wie langsam der Prozess vor sich geht.

**Einfluss der Lösung der Cellulose — Extrakt aus Schweizers Reagens nach Auszug der Substanz mit Natronlauge — in dem erstern auf ihre Löslichkeit in der letztern.**

Durch Auflösung der Cellulose in SCHWEIZERS Reagens werden stets Anteile derselben nach Wiedergewinnung in reinem trockenem Zustande in Natronlauge löslich und allmählich durch wiederholtes Auflösen geht sämtliche Cellulose in diese lösliche Form über, aus der sich wieder Anteile gewinnen lassen, welche schon in verdünntern Graden der Natronlauge löslich sind. Lässt man das Ammoniak von SCHWEIZERS Reagens einerseits in der Kälte, andererseits auf dem Wasserbade abdunsten, so zeigen die aus beiden Lösungen wieder erhaltenen Cellulose-Mengen Gewichtsunterschiede, indem aus der erwärmten Lösung mehr Cellulose (Hemicellulose) durch Natron gewonnen wird, als aus der kalt gehaltenen; aber auch die letztere giebt mehr oder weniger erhebliche Anteile dieser Form.

So wurden auf diese Weise erhalten:

Aus Holzlignin-Cellulose in der Kälte	6.8%	Hemicellulose.
„ „ „ „ „ Wärme	10.7 „	„
„ Cellulose von jungem Klee in der Kälte	17.5 „	„
„ „ „ „ „ „ Wärme	24.6 „	„

Ein Verlust konnte nicht konstatiert werden. Dagegen deuten die Zahlen darauf hin, dass ein solches Löslichwerden bei verschiedenen Stoffen sehr verschieden sein wird, eine Erscheinung, die vielleicht mit der Leichtigkeit des Zerfalls resp. der Verdaulichkeit mehr oder weniger zusammentrifft.

Bei dieser Operation werden die Pentosane stärker beeinflusst, als die Hexosane, so dass sie sich in den löslichern Formen konzentrieren. In meiner letzten Publikation ist diese Erscheinung der Konzentration der Pentosane auf die angegebene Weise durch Beispiele belegt; in den folgenden Kleeuntersuchungen ergab sich, dass zunächst gar keine Hemicellulose vorhanden, nach Auszug mit SCHWEIZERS Reagens in der erhaltenen Cellulose durch Natronlauge aber zu gewinnen war.

Diese Hemicellulose ergab 9.7% Pentosan, der in Na<sub>2</sub>O unlösliche Rest nicht mehr quantitativ bestimmbare Spuren. (Siehe Tabelle Seite 361/362). Hieraus ergibt sich, dass bei der etwaigen Beurteilung der Verdaulichkeit dieser Kohlehydrate nicht ohne weiteres die Pentosane als leicht verdaulich angesprochen werden können, da solche nicht immer von Natronlauge, da andererseits Hexosane oft mehr oder weniger leicht gelöst werden, da beide auch im Lignin vorhanden und hier sicher schwer verdaulich sind. Man wird Mittel finden müssen, die Pentosane und Hexosane in den Pflanzenstoffen nach ihrer Löslichkeit resp. Verdaulichkeit und zwar beide beurteilen zu können, und wie aus meinen Untersuchungen schon andeutungsweise hervorgeht, werden sich diese Mittel finden lassen. In dem Klee war somit gar keine Cellulose in Natronlauge löslich; damit aber dürfte doch nicht bewiesen sein, dass die in der jugendlichen Pflanze vorhandenen, und zwar sowohl Pentosan wie Hexosan, nicht vielleicht sehr leicht verdaulich wären. Es findet sich z. B. das Pentosan in dem fast vollständig in Natronlauge löslichen Kohlehydrat der Erbsen, dem Galaktan, nur in sehr geringer Menge:

$$6 \text{ g} = 0.0673 \text{ g} = 1.1\% \text{ Pentosan.}$$

Es wird also die Annahme, dass die Pentosane ausschliesslich als die verdaulicheren Stoffe in Betracht kommen, unhaltbar sein. Die Gründe gehen aus Obigem hervor, nämlich:

1. die Leichtlöslichkeit gewisser Hexosane: Galaktan, Cellulose verschiedensten Ursprungs etc.;
2. Schwerlöslichkeit vieler Pentosane. Reichliches Vorkommen im Lignin.

### **Die quantitative Trennung der Cellulose und des Lignins von Klee während einer Vegetationsperiode.**

Im folgenden ist die Untersuchungs-Methode angewendet auf Klee während seiner Entwicklungszeit in wöchentlichen Ernten. Verwendet wurde sowohl der Klee im 1. wie im 2. Vegetationsjahr; doch gelangte die Untersuchung des letztern nicht zur vollen Durchführung, da gegen Wunsch und Anordnung zu früh die ganze Masse geschnitten wurde.

Es war ausserdem unmöglich, entweder selbst die Probe-  
nahme auszuführen oder doch zu überwachen. Die Verhältnisse  
liegen hier für derartige Aufgaben möglichst ungünstig.

Der in wöchentlichen Perioden geerntete Klee wurde zer-  
schnitten in etwa 3 mm lange Schnitte, getrocknet und nach  
der angeführten Methode untersucht. Um weitere Bestimmungen  
ausführen, resp. auch eine Sammlung anlegen zu können, wurden  
grosse Mengen verwendet, und es ist angemessen, zu betonen,  
dass auch solche grossen Mengen leicht und sicher zu extra-  
hieren sind. Das ganze Verfahren geht, da die Filtrationen  
durch Porzellanplatten auszuführen sind, schnell und reinlich  
von statten.

Die Extrakte mit Natronlauge gaben keine Hemicellulose;  
dennoch mussten sie und müssen sie immer ausgeführt werden,  
um die übrigen Körper: Cellulose und Lignin möglichst rein zu  
erhalten. In der That gelingt dies bis zu einem gewissen  
Grade: die Cellulose — SCHWEIZERS Extrakt — ist nur wenig  
gefärbt, dieselbe wie das Lignin enthalten noch etwas, letzteres  
etwas mehr Stickstoff.

Die beiden folgenden Tabellen ergeben die Resultate.

**Klee im ersten Vegetationsjahr.**

Datum.	Trocken- gewicht g	SCHWEIZER extrahiert		Gehalt an Pentosan		Gehalt an Lignin		Pentosan darin	
		absolut	%	% des Trocken- gewichts	% der Cellulose	absolut	% des Lignins	% des Trocken- gewichts	% des Lignins
11. Mai	84.0	6.8515	8.16	0.2946	3.61	4.116	4.90	0.2283	4.66
18. "	74.5	6.2875	8.44	0.3502	4.15	5.1812	6.95	0.3968	5.71
25. "	87.5	7.40	8.46	0.3993	4.72	8.2306	9.41	0.5006	5.32
2. Juni	84.5	8.03	9.50	0.3895	4.01	10.120	11.98	0.6241	5.21
8. "	81.0	8.56	10.57	0.5444	5.15	11.07	13.67	1.1150	8.41
15. "	57.5	7.945	13.81	0.6656	4.82	8.7192	15.16	1.516	10.00
22. "	96.0	13.1	13.64	0.6343	4.65	17.4755	18.20	1.7711	9.73
29. "	54.8	7.135	13.02	0.5729	4.40	10.46	19.08	1.7057	8.94
6. Juli	82.2	10.3364	12.57	0.6260	4.98	19.346	23.85	1.9103	8.01
13. "	84.8	13.007	15.33	0.7680	5.01	19.6068	23.12	1.8103	7.83
20. "	81.5	12.9435	15.79	0.7974	5.05	18.078	22.18	1.796	8.10
28. "	49.5	7.722	15.60	1.1934	7.65	13.9690	28.22	2.3846	8.45

## Klee im zweiten Vegetationsjahr.

Datum.	Trocken- gewicht g	SCHWEIZERS extrahiert		Gehalt an Pentosan		Gehalt an Lignin		Pentosan darin	
		absolut	o/o	o/o des Trocken- gewichts	o/o der Cellulose	absolut	o/o des Lignins	o/o des Trocken- gewichts	o/o des Lignins
4. Mai	96.0	8.85	9.22	0.3946	4.28	3.7504	3.91	0.1755	4.50
11. "	75.0	6.674	8.90	0.4690	5.27	3.137	4.18	0.2203	5.27
18. "	84.5	8.14	9.52	0.4093	4.30	4.741	5.80	0.3967	6.84
25. "	73.5	8.574	11.66	0.4792	4.11	4.7308	6.43	0.4867	7.57
2. Juni	60.5	7.028	11.61	0.4621	3.98	5.98	9.88	0.8941	9.05
8. "	87.0	9.079	10.43	0.4412	4.23	10.97	12.61	1.1538	9.15
15. "	82.0	11.175	13.62	0.7410	5.44	11.48	14.0	1.3132	9.38
22. "	74.5	10.96	14.05	0.8823	6.28	11.66	15.65	1.1862	7.58
29. "	63.2	5.752	9.10	0.6597	7.25	8.228	13.00	0.7891	6.07
6. Juli	68.4	6.60	9.64	0.6748	7.30	10.205	14.91	0.8916	5.98

Aus obigen Zahlen ergibt sich:

1. Die Zunahme des Gehaltes sowohl an Cellulose (SCHWEIZERS Extrakt) als an Lignin während der Vegetationszeit bei Klee im ersten und zweiten Vegetationsjahr; bei ersterem bis zum Schluss Zunahme an beiden, bei letzterem zuletzt nur an Lignin. Bis zum Schluss nimmt die Cellulose (SCHWEIZERS Extrakt) bei Klee im ersten Vegetationsjahr zu, sie nimmt ab am Schluss bei Klee im zweiten Vegetationsjahr. Das letztere ist in neuen Versuchen zu bestätigen.
2. Nach obigen Zahlen entwickelt der Klee im ersten Vegetationsjahr absolut und relativ mehr Cellulose und Lignin, als der im zweiten Vegetationsjahr.  
Aber es ist zu berücksichtigen, dass ja der Klee auf verschiedenen Feldern resp. Böden gestanden hat und so auch verschieden entwickelt sein kann. Auch hier sind neue Versuche nötig.
3. Der Gehalt an Pentosan in SCHWEIZERS Extrakt entwickelt sich bei Klee im zweiten Vegetationsjahr relativ höher, als bei dem im ersten; er nimmt dagegen umgekehrt im Lignin im zweiten Vegetationsjahr mehr ab, als im ersten. Auch dieses bedarf der Bestätigung.

# Ein neues Lösungsmittel zur Unterscheidung der Phosphorsäuren in verschiedenen Phosphaten.

Von

W. HOFFMEISTER-Insterburg.

---

Bekanntlich hat WAGNER zuerst den höheren Wert der Phosphorsäure in der Thomasschlacke gegenüber dem in anderen Phosphaten ausser dem Superphosphat durch genaue Düngungsversuche in exaktester Weise fest- und eine Citratlösung in dem Sinne hergestellt, um in einem konventionellen Verfahren die relativen Wertverhältnisse der Schlacken, annähernd den durch die Düngungsversuche ermittelten entsprechend, durch jene im Laboratorium feststellen zu können.

WAGNER giebt über die etwaigen Fehler und Schwächen, wie sie bei jeder konventionellen Methode möglich sind, die unzweideutigsten Erklärungen.

Ist es nun aber nicht möglich, Wertunterschiede der Phosphorsäure aus verschiedenen Phosphaten durch verschiedene Einwirkungen ein und desselben Lösungsmittels im Laboratorium festzustellen? Die Citratlösung WAGNERS oder andere aus Citronensäure hergestellte Lösungen versagen, ebenso eine ganze Reihe von mir hier im Laboratorium angewendeten Säuren und sauren Salzen.

Die Phosphorsäure im Knochenmehl ist nach WAGNER und MAEBCKER von ungleich geringerem Wert, als die in der Thomasschlacke, ja, nach beiden Genannten sehr gering. Wie verhalten sich nun beide Düngstoffe gegen die WAGNER'sche Citratlösung? Nach einer halben Stunde Schütteln nimmt letztere bei weitem mehr Phosphorsäure aus der Thomasschlacke auf, als aus dem Knochenmehl. Aber nach 5—6 Tagen Einwirkung unter häufigem Umschütteln werden von beiden weit grössere



Mengen Phosphorsäure aufgelöst, ja aus Knochenmehl bis zu 99% der vorhandenen Säure und darüber, aus Thomasschlacke bis zu 90%. Das geringwertige Knochenmehl erscheint also hier mindestens ebenbürtig, wogegen doch aber die ausgeführten Düngungsversuche energisch protestieren.

Zu erwähnen ist, dass das hier verwendete Knochenmehl, entgegen dem im übrigen Deutschland dargestellten, als Hauptprodukt der Fabrikation gewonnen wird. Die Knochen werden möglichst von Sand, Erde, anhängenden fremden Substanzen durch energisches Reinigen befreit, die Horn- und sonstigen anhängenden tierischen Teile ausgelesen und für sich verarbeitet; dann werden die Knochen in höherer Temperatur unter Druck gedämpft und von dem grössten Teil des Fettes befreit, gedarrt und gemahlen.

Die Phosphorsäure des Mehles ist, wie gesagt, so gut wie vollständig löslich in der WAGNER'schen Citratlösung.

Eine kürzere oder längere Dauer der Einwirkungszeit, um Lösung herbeizuführen, wenigstens soweit es sich um Stunden oder Tage handelt, kann doch aber nicht als prinzipieller Unterschied aufgefasst werden, da die Einwirkung abhängig ist von Eigenschaften zufälliger und unwesentlicher Art der Stoffe, z. B. der Benetzbarkeit und Durchdringlichkeit, die beim Knochenmehl den Prozess der Lösung verlangsamen, während die Eigenschaft der Thomasschlacke, als Schmelzprodukt zur Verwendung zu gelangen, auch in Teilen des sogenannten Feinmehles die Lösung hindert oder verlangsamt. Da nun aber die Düngungsversuche WAGNERS und MAERCKERS als massgebend gelten müssen, da die Citratlösung in irgend einer Form keine Unterschiede in der Löslichkeit der Phosphorsäuren aus den beiden Stoffen hervortreten lässt, ja sogar zu Gunsten des Knochenmehls gedeutet werden könnte, so muss eben diese Lösung zur Beurteilung des Knochenmehls verworfen werden. Das ist ebenfalls von WAGNER ausdrücklich betont. Damit aber ist ebenso bewiesen, dass die Citratlösung überhaupt nicht zur Beurteilung irgend eines andern Düngstoffes verwendet werden kann,<sup>1)</sup> als zur Thomasschlacke, auf welche ja eben das Verfahren von WAGNER nach seinen Düngungsversuchen berechnet und festgestellt und solches dann als konventionelle Methode angenommen ist. Es

<sup>1)</sup> Das WAGNER ebenfalls betont.

könnte also nur dann ein Verfahren mit Citratlösung auf andere Düngstoffe angewendet werden, wenn es ebenso, genauesten Düngungsversuchen entsprechend, ad hoc ermöglicht würde. Da aber ein prinzipieller Unterschied in der Löslichkeit der Thomasphosphorsäure von derjenigen anderer Phosphate besteht, so ist es doch wohl auch im Laboratorium zu finden, wenn man nur das geeignete Mittel findet, welches eben verschieden auf die verschiedenen Verbindungen der Phosphorsäure einwirkt.

Es ist mir gelungen, dasselbe in der Humussäure zu erhalten. Die Gewinnung der Humussäure in beliebiger Menge ist im vorigen und früheren Referat angegeben.

Die Extraktion des Lignins, am besten aus Holz, mit Ammoniakdämpfen ergibt die sogenannten inkrustierenden Substanzen, deren bei weitem grösster Teil aus Humussäure besteht. Das ammoniakalische Extrakt wird mit verdünnter Salzsäure angesäuert, filtriert, die Humussäure vollständig ausgewaschen, getrocknet, mit Alkohol ausgezogen, um das Inkrustin zu gewinnen, die Humussäure nochmals in verdünntem Ammoniak gelöst, gefällt und wiederum ausgewaschen und getrocknet. Sie stellt so eine schwarz glänzende Masse dar, welche in genügender Menge verdünnten Ammoniaks vollständig löslich ist. Da in geeigneten, am besten wohl eisernen, hinreichend grossen birnförmigen Gefässen zur Aufnahme des Lignins, durch das die Ammoniakdämpfe streichen, während die abfliessende braune Lösung aufgefangen wird, ohne Schwierigkeiten im kleinen oder grossen beliebige Mengen Lignin in Arbeit genommen und die Humussäure gewonnen werden können, so stehen der Verwendung der Humussäure, mag sie nun im Laboratorium oder fabrikmässig hergestellt werden, gar keine Hindernisse im Wege.

Enthält doch das Lignin verschiedener Holzarten 30 bis 50 % und darüber Humussäure.

Mit der Humussäure zugleich wirken zur Lösung der betreffenden Phosphorsäure in genügender Menge Ammoniak und Kohlensäure ein, indem letztere, nachdem sie gewaschen, längere Zeit in die ammoniakalische Lösung der Humussäure, welche Lösung das Phosphat in steter Bewegung umspült, eingeleitet wird. Dass eben alle drei Faktoren mitwirken, wie sie es ja wohl auch im Boden thun, geht aus folgendem hervor.

Die Versuche wurden sämtlich mit einer Thomasschlacke ausgeführt, welche mit WAGNERS Lösung 16.7 %, so ziemlich

die höchste bis dahin hier gefundene Zahl, an citratlöslicher Phosphorsäure ergab.

1. In 1 l Wasser, in dem 10 g kohlen-saures Ammoniak gelöst waren, wurden 5 g Thomasschlacke gebracht und während 12 Tage gewaschene Kohlensäure eingeleitet.

Gelöst wurden 1.42% Phosphorsäure.

2. In 1 l Wasser wurde eine Lösung von 15 g Humus-säure in Ammoniak und 5 g der Thomasschlacke gebracht und während 12 Tage Luft hindurchgeleitet.

Gelöst wurden nur Spuren von Phosphorsäure.

In beiden Versuchen war also der Erfolg negativ. Sie wurden nur deswegen erwähnt, um zu beweisen, dass in der gelungenen Ausführung eben alle angegebenen Momente zusammen wirken müssen.

Indem ich von der Erwähnung nicht befriedigender Ergebnisse absehe, bemerke ich nur, dass im Laufe der Versuche konstatiert wurde:

1. Die Humussäure muss in überwiegender Menge vorhanden sein.

2. Eine Verteilung der Thomassacksacke ist notwendig.

Das Verfahren, wie es sich als wirksam erwies und in der Folge angewendet wurde, ist folgendes:

In einem 2 Liter-Kolben wird zunächst etwas Sand gebracht, um die Thomasschlacke bequem zerteilen und vermischen zu können, da sie sonst Neigung hat, sich am Kolben festzusetzen. Auch erleichtert ja der Sand das Durchdringen und Einwirken der übrigen Agentien. Dann werden 15 g Humus-säure in verdünntem Ammoniak gelöst, darauf 5 g Thomasschlacke mit mindestens 1 l Wasser in den Kolben gebracht, umgeschüttelt und nun ein mässig starker Strom gewaschener Kohlensäure eingeleitet, indem das Leitungsrohr bis in den Sand führt und der Kolben öfters und gelegentlich geschüttelt wird. Die Einleitung dauere nicht unter 12 Tagen, und es erscheint angemessen, öfters etwas Ammoniak zuzusetzen.

Die Flüssigkeit wird in einen andern Kolben gegossen, der Sand einigemal abgewaschen, das Washwasser der Lösung zugefügt, diese auf ein bestimmtes Volum gebracht, filtriert,<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Der grösste Teil der Humussäure bleibt auf dem Filter, kann durch Auflösen in Ammoniak, Fällen mit Salzsäure und Auswaschen wieder gewonnen werden.

$\frac{4}{5}$  (0.8) im Wasserbade, zum Schluss mit etwas Salzsäure, zur Trockene eingedampft, der Rückstand mit Wasser, dem etwas Salzsäure zugesetzt, filtriert und der Rückstand ausgewaschen, bis das Filtrat ebenfalls ein bestimmtes Volum, etwa 100 ccm, einnimmt. Diese 100 ccm entsprechen also 4 g Thomasschlacke, und je nachdem werden zur Bestimmung von Phosphorsäure, Eisen, Kalk 25 oder 50 ccm verwendet.

Der Rückstand auf dem Filter enthält Kieselsäure; er wird verascht und gewogen.

Für die Bestimmung der Phosphorsäure genügt das Eindampfen der Lösung mit Salzsäure, wie angegeben, ob man nun mit Molybdänsäure arbeitet oder in der Citratlösung direkt mit Magnesiummischung fällt. Für die Bestimmung der übrigen gelösten Bestandteile genügt sie nicht, und es wird später ein weiteres Verfahren als notwendig angegeben werden.

Zunächst mögen hier einige Resultate erwähnt werden. Eine Schlacke, welche nach WAGNER 16.7 % citratlösliche Phosphorsäure enthielt, gab nach obigem Verfahren wiederholt 10.43 und 10.38 % aus der Humussäure-Lösung.

Knochenmehl auf dieselbe Weise behandelt 1.01 %.

Knochenmehl mit Jauche während mehrerer

Monate des Sommers vergoren . . . . 1.48 %.

Waren also bei Knochenmehl 5 % der Gesamtphosphorsäure, bei dem fermentierten etwa 7.5, so waren bei der Thomasschlacke 50 % in Lösung gegangen.

Ganz andere Resultate aber wurden erzielt, als die Thomasschlacke sorgfältig zerrieben war.

Sie ergab nun nach WAGNER 18.16 %,

mit Humussäure 18.34 und 18.40 %;

dieselbe während längerer Zeit mit Alkohol auf's feinste gerieben:

nach WAGNER 18.53 %,

mit Humussäure 18.48 und 18.45 %.

Hier also war die Grenze der Löslichkeit für beide Methoden erreicht, d. h. etwa 90 % der Phosphorsäure waren gelöst.

Hieraus ergibt sich:

1. dass die Humussäure resp. in Verbindung mit Ammoniak und Kohlensäure die Phosphorsäure in grösster Menge löst;

2. dass, wie schon in meinem Referat: „die Gründe der Citratlöslichkeit der Phosphorsäure in der Thomasschlacke“ betont, die Feinheit eine wesentliche Bedingung ist;
3. dass durch die Humussäure in obiger Kombination ein prinzipielles Unterscheidungsmittel für die Phosphorsäuren in verschiedenen Verbindungen gegeben ist.

Diese Feinheit wird aber nicht etwa ausgedrückt durch das „sogenannte“ Feinmehl, wie es durch den groben Mechanismus des Absiebens erhalten wird, sondern durch die erhöhte Löslichkeit der staubfeinen Teile innerhalb des Feinmehls.

Die Bestimmung des Feinmehls hat demgegenüber gar keinen Wert; es kann ebensowohl reichliche Mengen löslicher Phosphorsäure als die geringsten enthalten.

Da man aber den Wert der staubfeinen Teilchen nicht anders quantitativ bestimmen kann, als eben durch die Lösung, so wird man zu dieser greifen müssen, und zwar, da das Humussäure-Verfahren auf Thomasschlacke für gewöhnlich zu kompliziert ist und nur zur Unterscheidung verschiedener Phosphate Wert beanspruchen kann, zu der WAGNER'schen Lösung oder doch einer verwandten. Auch ein feineres Knochenmehl — wie schon erwähnt, fast vollständig in Citratlösung löslich — giebt nicht mehr an Humussäure als 1 % ab und wurde aus diesem Grunde nicht weiter geprüft.

Aber schlagend ergibt sich, wie wichtig die Herstellung eines staubfeinen Thomasschlackenmehls von seiten der Fabriken ist, und wird hier noch viel geschehen können, sei es durch Zusätze, welche das Zerkleinern erleichtern, vielleicht auch chemisch wirken,<sup>1)</sup> sei es durch ein verbessertes technisches Verfahren.

In folgendem stelle ich noch einige Resultate zusammen, wie sie bei verschiedenen Dungstoffen durch das kombinierte Humussäureverfahren erhalten wurden:

Thomasschlacke fein zerrieben. Gesamt-Phosphorsäure . . . . .	19.20 %
„ „ „ mit Humussäure . . . . .	18.40 „
„ „ gelöst nach Prozenten der Phosphorsäure . . . . .	95.8 „
Redontophosphat sehr fein v. d. Stettiner Union. Gesamt-Phosphorsäure	35.71 „
„ „ „ „ „ „ mit Humussäure . . . . .	10.85 „
„ „ „ „ „ „ gelöst nach Prozenten der Phosphorsäure . . . . .	30.38 „

<sup>1)</sup> Landw. Vers.-Stat. XLVI, S. 402.

Aus der Wilhelmsburger Chemischen Fabrik in sehr feinen Mehlen:

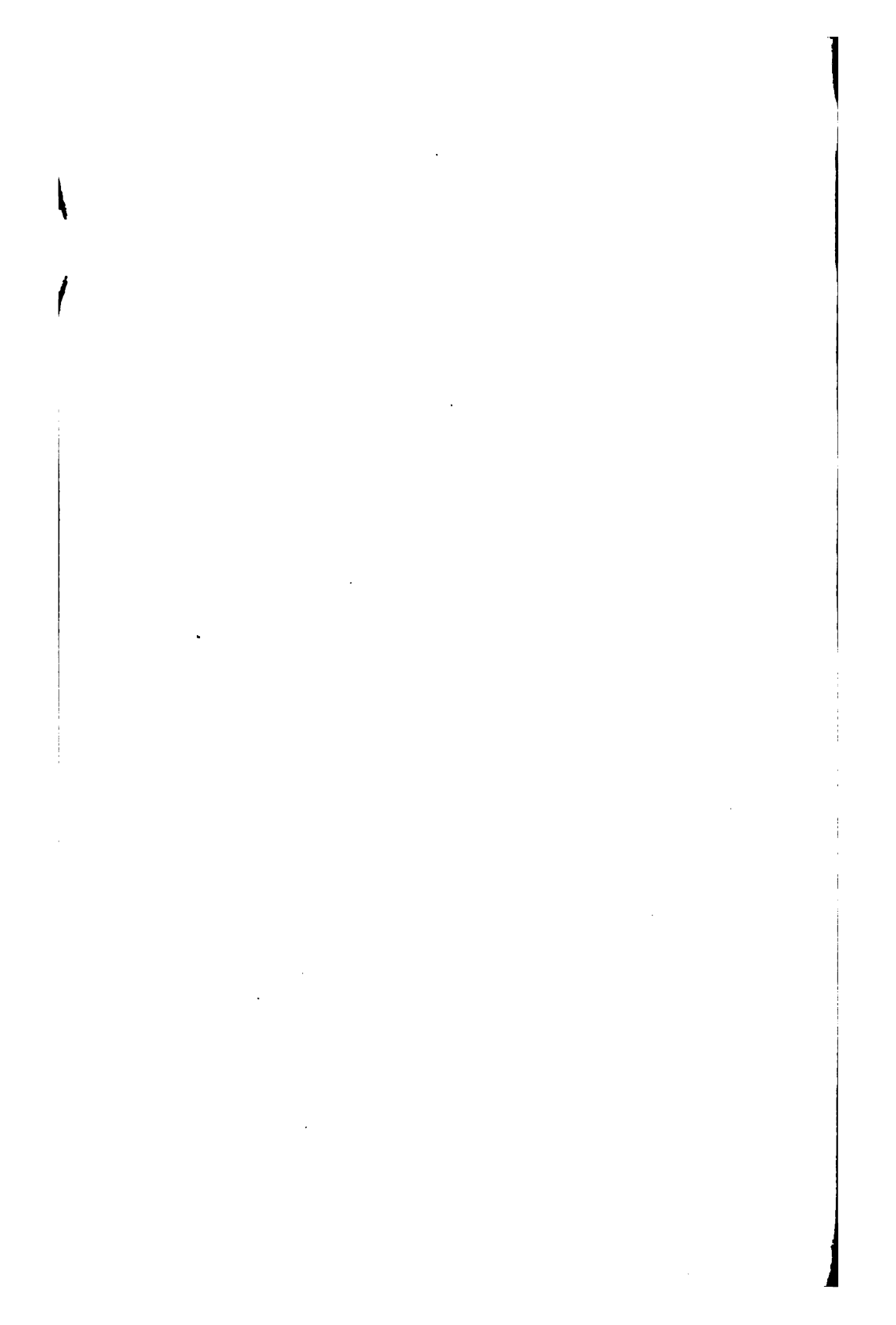
Entleimtes Knochenmehl.	Gesamt-Phosphorsäure?	. nicht bestimmt.
„	„	mit Humussäure . . . . = 2.33 %.
Fermentiertes Knochenmehl.	Gesamt-Phosphorsäure?	nicht bestimmt.
„	„	mit Humussäure . . . . = 2.21 %.
Knochenpräcipitat.	Gesamt-Phosphorsäure	. . . . = 30.14 „
„	„	mit Humussäure . . . . = 13.01 „
„	gelöst nach Prozenten der Phosphorsäure	= 43.3 „

Das sind gewiss charakteristische Unterschiede; aber fern sei es von mir, behaupten zu wollen, dass sie allein für Beurteilung der relativen Werte dienen können. Im Boden kommen doch eine Menge anderer Faktoren zur Geltung, die ich hier nicht ausführlich erörtern kann, aber andeuten will, um eben meine Reserve zu motivieren: vor allem Wärme und Feuchtigkeit — Knochenmehl —, Organismen, Wechselwirkung sich bildender und wieder zersetzender Salze, Einflüsse der Wurzelhaube etc. etc.

Aber es wird nach den obigen Unterschieden unbedingt möglich sein, im Laboratorium wenigstens Anhaltspunkte zu finden; und wenn es nicht berechtigt erscheint, ein Düngemittel zu verwerfen, weil es auf diese Weise kein erhebliches Resultat ergiebt, so ist es doch sicher erlaubt, zu schliessen, dass ein Düngemittel, welches hier einen positiven Erfolg hat, auch im Boden seine Wirkung nicht verfehlen wird. So z. B. erscheint das Knochenpräcipitat entschieden von relativ hohem Wert.

Ich behalte mir vor, die mit Humussäure sowie auch parallel damit die mit Citratlösung ausgezogenen Bestandteile, ausser der Phosphorsäure der Thomasschlacke und anderer Dungstoffe, zu bestimmen.

Die von mir bisher ausgeführten Bestimmungen genügen mir nicht, sie lassen aber schon jetzt erkennen, dass auffallende und unerwartete Lösungsverhältnisse stattfinden. So z. B. wurde konstatiert, dass in der Humussäure-Lösung Kalk nicht oder nur in Spuren vorhanden war.



**Untersuchungen über die Futtermittel des Handels,**  
veranlasst 1890 auf Grund der Beschlüsse  
in Bernburg und Bremen  
durch den  
Verband landwirtschaftl. Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche.

---

**XVIII. Rapskuchen.**

Von

**Dr. OTTO FÖRSTER.**

(Hierzu eine Abbildung.)

---

Die Rückstände von der Rübölgewinnung, die Rapskuchen sowie die Rapsmehle, welche ihre Entstehung ursprünglich in der Hauptsache dem Beleuchtungsbedürfnisse verdanken, bilden neben den Leinkuchen das älteste einheimische und ehemals wichtigste der gegenwärtig gebräuchlichen Kraftfuttermittel. Noch vor fünfzig Jahren war das Rüböl das hauptsächlichste Brennmaterial. In den fünfziger Jahren eröffnete in den grösseren Städten die Gasbeleuchtung einen erfolgreichen Wettstreit gegen das Rüböl, und in den sechziger Jahren wurde das Rüböl als Beleuchtungsmaterial endgiltig durch das Petroleum verdrängt. Wenn die Gewinnung und der Verbrauch von Rüböl und mithin der Rückstände von seiner Herstellung seitdem gleichwohl keine Einschränkung erlitten haben, so ist das zum kleinen Teil seiner Verwendung als Speiseöl, als Rohmaterial für die Seifenfabrikation und andere kosmetische Zwecke, zum weitaus grössten Teile aber seiner Anwendung in dem zur genannten Zeit aufblühenden und immer mehr an Umfang gewinnenden maschinellen Betriebe als geschätztes Schmiermittel zu verdanken. In ähnlichem Verhältnisse steigerte sich im Laufe der Jahre der Verbrauch von Kraftfuttermitteln im landwirtschaftlichen Betriebe, so dass die in neuerer Zeit auf den Markt kommenden Presskuchen und Mehle von überseeischen Ölfrüchten wohl in die durch den ge-



steigerten Bedarf entstehende Lücke eintreten und dieselbe ausfüllen, nicht aber die immer noch sehr beliebten Rapsrückstände verdrängen konnten; wenigstens war im deutschen Reiche bisher eher eine Zunahme als Abnahme in deren Verbrauch bemerkbar. Die einheimische Produktion von Raps- und Rübsensämereien ist zwar bekanntlich mit der Entwicklung der Rübenzuckerindustrie fortwährend zurückgegangen, indes versorgen Österreich-Ungarn, Russland, Belgien und Indien, ja selbst Frankreich und Dänemark den deutschen Markt nicht allein mit Pressrückständen und Mehlen, sondern auch mit Sämereien, welche in unseren Mühlen verarbeitet werden.

Die Rapskuchen als die ältesten und gebräuchlichsten Kraftfuttermittel, welche der Ölgewinnung ihre Entstehung verdanken, wurden ehemals wohl fast überall schlechtweg „Ölkuchen“ genannt, eine Bezeichnung, die sich in dieser beschränkten Bedeutung in einigen Gegenden Deutschlands noch bis auf den heutigen Tag erhalten hat. Im allgemeinen aber ist gegenwärtig die Bezeichnung „Rapskuchen“ zur Unterscheidung von Rückständen anderer Herkunft gebräuchlich, und zwar nicht allein für die Rückstände von Raps- und Rübsensamen, sondern auch für diejenigen mehrerer anderer Cruciferenarten für sich oder mit jenen gemischt.

### Fabrikation der Rapskuchen und Mehle.

Für die Gewinnung des Öles sollen die Samen sich am besten möglichst bald nach ihrer Ernte eignen. Zweifellos beeinflusst möglichst schnelle Verarbeitung der Sämereien die Beschaffenheit nicht nur des Hauptproduktes, des Öles, sondern auch des Nebenproduktes, der Rückstände, günstig.

Zur Gewinnung des Öles verfährt man nach zweierlei Methoden; dasselbe wird den Samen entweder durch Auspressen oder durch Extraktion entzogen.<sup>1)</sup>

#### Pressverfahren.

Vor dem Pressen werden die Samen einer Reinigung durch Maschinen, welche ähnlich den Getreidereinigungs-Maschinen

<sup>1)</sup> Die Angaben sind zum Teil aus Grundriss d. chem. Technologie von Dr. JUL. POST 1879, S. 163 und A. KNÄBEL, Fabrikation der Öle und Einrichtung der Ölmühlen, Leipzig 1881 entnommen, zum Teil verdanke ich sie privaten Mitteilungen der Firmen LEONARD GEYR in Neuss a. Rh. und BRÖCKELMANN & Co. in Hamm i. Westf.

ingerichtet sind, und durch Sieben in Siebcylindern unterzogen. Der gereinigte Samen wird zweckmässig in einer Rinne auf dem kürzesten Wege aus den Reinigungsmaschinen in das Quetschwerk übergeführt. Zur Ausführung des Pressverfahrens werden die sorgfältig gereinigten Samen zunächst zerquetscht, um die Samenschalen zu zerreißen und die Kerne gröblich zu zerkleinern. Das Zerquetschen, „Öffnen“ der Samen, früher durch Stampfwerke besorgt, geschieht gegenwärtig fast allgemein durch zwei horizontal liegende gusseiserne Walzen von 75—80 cm Länge und ungleichem Durchmesser von 30—35 cm oder ungleicher Umdrehungsgeschwindigkeit, welche sich in entgegengesetzter Richtung drehen, wodurch die Samen gleichzeitig zerrissen und zerquetscht werden. Über den Walzen befindet sich ein hölzerner Trichter, der ihnen die Samen zuführt. Der zerquetschte Samen wird von den Walzen durch Schabeisen entfernt und fällt in einen darunter befindlichen hölzernen Kasten. Hierauf wird die gequetschte Masse zur Erzielung eines höheren Feinheitsgrades gemahlen. Dieses sogenannte „Pulverisieren“ geschah früher in einer Operation mit dem Zerquetschen in Stampfwerken, d. i. Stampfen aus hartem Holze, die, durch die Daumen einer horizontal liegenden Welle gehoben, in die Öffnungen des Grubenstocks niederfallen und dort durch Stoss die Samen zerquetschen; jetzt geschieht das Zerquetschen in den sogenannten „holländischen Mühlen“ auf Kollergängen. Hier besteht der Ölgang aus einem auf festen Fundamente ruhenden Herde oder Bodenstein (Mühlstein), auf welchem der zerquetschte Samen ausgebreitet wird und auf welchem zwei Mühlsteine oder ebenso geformte eiserne Walzen laufen, indem sie sich zugleich um ihre eigene Radachse und eine gemeinsame Mittelachse drehen. Kratzen, Streicheisen, welche sich mit der drehenden Welle fortbewegen, sorgen für die gleichmässige Verteilung der Körner unter die Läufer, so dass alle Körner zerrieben werden. Es können 15—20 Hektoliter Samen an einem Tage gemahlen werden. Je feiner die Körner vermahlen sind, um so leichter und vollständiger gelingt das Auspressen des Öles, um so besser auch werden die Rückstände für die Verfütterung geeignet. Meist wird das Mahlgut vor dem Pressen vorsichtig erwärmt, einesteils um das Öl leicht flüssig zu machen, anderenteils um das Eiweiss zum Gerinnen zu bringen und dasselbe so an dem teilweisen Übergange in das Öl zu hindern.

Dieses Verfahren wird als „warm Schlagen“ bezeichnet. Die Temperatur vor dem Pressen wird bei Anwendung direkter Feuerung vielfach auf Kosten der Beschaffenheit des Öles, namentlich aber des Geschmacks und der Verdaulichkeit der Presskuchen viel zu hoch getrieben, ja nicht selten soweit, dass eine namentlich an den Samenschalen bemerkbare teilweise Verkohlung eintritt. Für die Gewinnung der besten Ölsorten, des sogenannten „Jungfernöls“, die ihres feineren Geschmacks wegen vorzugsweise für Speisezwecke verwendet werden, erhitzt man das Mahlgut nicht; das Öl wird „kalt geschlagen“. Dieses Verfahren, welches heutigestages wohl nur noch selten und im kleinen Betriebe der Landmühlen anzutreffen ist, liefert die ölreichsten und wohlschmeckendsten Pressrückstände.

Vor dem Übergange in die Presse wird die gemahlene Masse in Tücher oder Säcke eingeschlagen, die meist aus Wollentoff — Morfil genannt —, selten aus Pflanzenfaser (Hanf) hergestellt sind. Um dem Zerreißen dieser Beutel oder Tücher vorzubeugen, werden sie noch in aus Pferdehaaren angefertigte Beutel oder Tücher gehüllt.

Das Pressen geschah früher allgemein, jetzt wohl nur noch selten und im Kleinbetriebe in Keilpressen oder Schraubenpressen, welche, immer mehr verschwindend, den hydraulischen Pressen Platz machen.

Die hinterbleibenden Presskuchen („Vorkuchen“) werden zur Gewinnung des „Nachöles“ gewöhnlich mindestens noch einmal, zuweilen dreimal unter Zusatz von Wasser gemahlen und in derselben Weise gepresst.

Nach einer wohl sehr wenig gebräuchlichen Modifikation des Pressverfahrens, welche von BESSEMER und HEYWOOD in Vorschlag kam, werden die gemahlene Samen durch einen Schlauch aus Wollentoff, den ein Cylinder aus Drahtgewebe umschliesst, gepresst. Nach anderen Vorschlägen werden die Samen vor dem Pressen mit Wasser gemischt oder auch mit verdünnten Säuren behandelt, letzteres natürlich auf Kosten der Güte der zurückbleibenden Ölkuchen.

#### Extraktionsverfahren.

Durch die Extraktion, welche neben Rüböl das Rapsmehl liefert, wird das Fett nach dem in Deutschland wohl allgemein

üblichen Verfahren durch Schwefelkohlenstoff in Lösung gebracht. Petroleumäther besitzt ein geringeres Lösungsvermögen als Schwefelkohlenstoff und ist namentlich für Sämereien, welche feucht gelagert haben, und solche, deren Fett durch Alter verharzt ist, weniger geeignet und daher auch weniger gebräuchlich. Auch erheischt der Gebrauch von Petroleumäther einen umständlicheren Betrieb und minder einfache Apparate. Dennoch arbeiten einige Fabriken damit und erzielen vielleicht bessere Produkte, als die mit Schwefelkohlenstoff arbeitenden. Sehr selten finden der von BRAUN vorgeschlagene Äthyläther und der von RICHTER empfohlene Amydalkohol als Extraktionsmittel Verwendung.

Für die Extraktion mit Schwefelkohlenstoff ist das „Pulverisieren“ der Samen nicht erforderlich, wohl aber eine recht vollkommene Quetschung. Je trockener, frischer und reifer die Samen sind, um so vollständiger gelingt die Extraktion. Alter Samen erfordert eine stärkere Quetschung, als frischer, weil die Zellenwände mehr eingetrocknet und widerstandsfähiger sind. Die Extraktion wird bei einer 20° nicht erreichenden Temperatur in einem Systeme kommunizierender Cylinder aus luftdicht genietetem Eisenblech ausgeführt. In diesen Cylindern befinden sich doppelte Siebböden, auf welchen das sorgfältig zerquetschte und auf mit Dampf geheizten Trockenpfannen getrocknete Material gebracht wird. Das Öl wird durch den Schwefelkohlenstoff entweder nach DEISS von unten nach oben oder nach DEPRAT im umgekehrten Sinne verdrängt. Nach dem Verfahren von BRAUN wird das Extraktionsmittel über dem Extraktionsmaterial aus Dampf verdichtet, so dass der Weg des Extraktes abwärts gerichtet ist.

### **Aussere Merkmale und botanische Bestandteile der Rückstände von Raps und Rüben.**

Die Hauptproduktionsländer für Rapskuchen und den zu ihrer Herstellung verwendeten Sämereien sind Deutschland, Russland, Österreich-Ungarn und besonders Indien; in geringerem Masse beteiligt sind Frankreich und Belgien. Die Formen der Rapskuchen sind runde oder meist zungenförmige Scheiben, deren Grösse sich nach den Wünschen der Käufer richtet. Das Gewicht der Kuchen ist nach Oberfläche und Dicke der

Scheiben schwankend. Das gewohnte und beliebteste Format ist das kleine gerippte Ziegelformat (Dachsteinform) im Gewichte von etwa 1 kg; weniger beliebt ist das sogenannte glatte Berliner Format im Gewichte von etwa 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> kg. Kreisrunde oder länglichrunde Kuchen stammen aus dem Kleinbetrieb oder sind ausländischen Ursprunges.

Die normale Farbe von frischen Rapskuchen und Rübsenkuchen wird als „grünlich-gelb-schwarz“ oder auch als „graugelb“ bezeichnet. Die Grundfarbe frischer Kuchen muss grünlichgelb und darf bei nicht ganz frischen Kuchen graugelb sein, untermischt mit schwärzlich-braunen, von den Samenschalen herrührenden Punkten. Eine vorwiegend bräunliche Grundfarbe deutet auf zu starkes Erhitzen des Pressgutes oder auf sehr hohes Alter hin.

Frische Kuchen haben einen angenehmen, kräftigen Geruch, ältere Kuchen sind fast geruchlos.

Haare, von den Presssäcken oder Tüchern herrührend, sind in den Rapskuchen im allgemeinen seltener enthalten, als in den Rückständen der meisten anderen Ölfrüchte.

Die Extraktionsmehle haben durchschnittlich eine hellere Farbe als die Pressrückstände, was wohl in dem wesentlich niedrigeren Fettgehalte seinen Grund hat.

Zur Herstellung der Rückstände, welche man gemeinhin als Rapskuchen oder Rapsmehle bezeichnet, dient eine ganze Anzahl von Cruciferensämereien. Es werden in dieser Hinsicht genannt:

Brassica	Napus	oleifera	annua,	Sommer-Raps,
„	„	„	hiemalis,	Winter-Raps,
„	Rapa	„	annua,	Sommer-Rübsen,
„	„	„	hiemalis,	Winter-Rübsen,
„	praecox,	Awehl	(Awäl, Aveel)	und Biewitz, Varietäten des Rübsen.

Die Saaten, welche das hauptsächliche Material für die „Rapskuchen“ bilden, werden im Handel insgemein als Raps, Kohlraps, Ölrap, Colsat (Frankreich), Colza (aus flämisch-deutschem Kohlsaar entstanden), Cole-seed, Rape-seed, Navette und Lewat bezeichnet.

Es bilden ausserdem aber auch für sich allein oder mit den vorigen gemischt folgende Sämereien beabsichtigte oder zufällige Bestandteile von Rapskuchen oder damit verwandten Rückständen:

Raphanus sativus oleiferus, Ölrettich, sowie eine Varietät  
 hiervon: Raphan. chinensis oleiferus, Chinesischer Ölrettich,  
 Raphanus Raphanistrum, Hederich,  
 Sinapis arvensis L., Ackersenf (Schotenhederich),  
 „ alba L., weisser Senf,  
 „ nigra L., schwarzer Senf,  
 Brassica juncea, Sarepta-Senf,  
 „ glauca Roxb., weisser indischer Senf,  
 „ dichotoma, brauner indischer Raps,  
 „ ramosa Roxb., punktierter indischer Raps,  
 Sinapis dissecta, schlitzblättriger Senf,  
 „ rugosa, kohlblättriger Senf.

Nach dem Bau der Samen werden die in Betracht kommen-  
 den Cruciferen nach J. KÖNIG<sup>1)</sup> in drei Gruppen geteilt:

I. Sinapis arvensis;

II. Raps, Rübsen, Kohl (Brassica oleracea), Brassica glauca  
 und dichotoma, Sinapis alba;

III. Hederich (Raphan. Raphanistr.), Brassica ramosa, Sinapis  
 nigra.

Da indische Sämereien im ausgedehntesten Masse in der  
 Fabrikation der Rapskuchen Verwendung finden, ist eine Zu-  
 sammenstellung der Pflanzen, welche in Betracht kommen können,  
 wohl am Platze. Eine solche Übersicht hat vor kürzester Zeit  
 DAVID PRAIN, Superintendent des botanischen Gartens zu Sibpur  
 bei Kalkutta, gegeben.<sup>2)</sup> Er teilt folgender massen ein:

#### I. Brassica oleracea. Kohl-Gruppe.

China-cabbage, China-gobi oder Pak-choi.

Brassica chinensis Linn.<sup>3)4)5)6)</sup>

„ „ „ var. Vilmorin.<sup>7)</sup>

„ campestris Forbes u. Hemsel,<sup>8)</sup> teilweise, nicht sp. Linn.

„ juncea Forbes u. Hemsel, teilweise, nicht sp. Hook. f. u. Thoms.

„ oleracea Linn.<sup>9)</sup> var. chinensis Prain.

1) Die Untersuchung landw. und gewerbl. wichtiger Stoffe 1891.

2) A note on the Mustards cultivated in Bengal.

3) Linn., Cent. 19, No. 52.

4) Amoen. Acad. IV.

5) Dez. Prodr. I.

6) Franch. Mem. Sc. Nat. Cherb. XXIV.

7) Les plantes potagères.

8) Journ. Linn., Soc. XXIII.

9) Linn., Sp. Pl.

*Sinapis brassicata* Linn.<sup>1)</sup> Roxb.<sup>2)</sup>  
 Pak-choi *Vilmorin*.  
 Pak-tsoi Roxb.<sup>3)</sup>  
 Yea-tsoi Roxb.<sup>4)</sup>

## II. *Brassica campestris* Linn. ampl. Raps- und Colza-Gruppe.

Subsp. A. *campestris*.<sup>5)</sup> Colza-Gruppe (Sommer-Raps).

Var. 1. *agrestis*, wild Navew (Naphew), wilder Raps.  
 „ 2. *oleifera*, Colza, Chittagong-, „Mustard“.  
 „ 3. Sarson, indisch Colza.

*Brassica campestris* Hook f. u. Thoms.<sup>6)</sup>

„ „ subsp. *Napus* H. f. u. T.,<sup>7)</sup> teilweise.  
 „ „ „ „ var. *glauca* Duthie u. Fuller.<sup>8)</sup>  
 „ „ „ „ *campestris* var. *glauca*.<sup>9)</sup>  
 „ „ var. *glauca*.<sup>10)</sup>

### Rasse $\alpha$ . Natua.

Unterrasse 1. *glauca* sp. Roxb., Wittm.

*Brassica glauca* Wittm.<sup>11)</sup>

*Sinapis glauca* Roxb.

Unterrasse 2. *quadrivalvis* sp. H. f. u. T.

*Brassica campestris* subsp. *Napus* var. *quadrivalvis* Duthie u. Fuller.

### Rasse $\beta$ . Ulti.

Unterrasse 1. *simplex*, indischer Raps.

Unterrasse 2. *trilocularis* sp. Roxb., H. f. u. T.

Subsp. B. *Napus* sp. Linn. Raps-Gruppe.

Tori, Lutni oder Maghi. Indischer Raps.

Var. 1. *oleifera*.

### Rasse $\alpha$ . Sommer-Raps.

*Brassica campestris* H. f. u. T., teilweise.

„ „ subsp. *Napus* H. f. u. T., teilweise.

### Rasse $\beta$ . Winter-Raps.

*Brassica praecox* Waldst. u. Kit.

„ *glauca* Royle,<sup>12)</sup> nicht *Sinapis glauca* Roxb.

„ *campestris* subsp. *Napus* var. *dichotoma* Duthie u. Fuller.

<sup>1)</sup> Syst. ed. XII. III. App.

<sup>2)</sup> Hort. Beng.

<sup>3)</sup> Flor. Ind. III.

<sup>4)</sup> DC., Syst. Veg. II.

<sup>5)</sup> Eng. Bot. t. 2146.

<sup>6)</sup> Journ. Linn. Soc. V.

<sup>7)</sup> Flor. Brit. Ind. I.

<sup>8)</sup> Field and Garden Crops II.

<sup>9)</sup> Warr, Dict. I.

<sup>10)</sup> Kew. Bulletin for 1894.

<sup>11)</sup> Kew. Report for 1877.

<sup>12)</sup> Gaz. N.-W. Prov. X.





V. *Brassica alba* Boiss,<sup>1)</sup> *H. f. u. T.*

*Sinapis alba* Linn,  
 „ *foliosa* Willd.<sup>2)</sup>

Man wird im allgemeinen drei Qualitäten der Raps- und Rübenrückstände zu unterscheiden haben.

1. Der erste Rang gebührt den ausschliesslich aus europäischer Ölsaart, insbesondere aus Holsteiner, Mecklenburger, Odessaer Saat hergestellten Erzeugnissen.

Von rechtlich handelnden Firmen werden nur solche Kuchen, die ausschliesslich aus europäischer Saat hergestellt werden, unter der ausdrücklichen Bezeichnung „europäisch“ in den Handel gebracht. Diese sollen jedoch immer seltener werden und fast nur noch ausnahmsweise in kleineren Betrieben angefertigt werden. Der Preis für diese Ware ist ihrer Güte entsprechend der höchste.

2. Die zweite Stelle in Bezug auf Ansehen und Preis nehmen diejenigen Raps- oder Rübekuchen ein, zu deren Herstellung „indischer Raps“ mit verarbeitet wird. Solche Kuchen enthalten, wie die Firma LEONARD GEYER in Neuss a. Rh. mitteilt, durchschnittlich zur einen Hälfte europäischen Raps oder Rüben, während die andere Hälfte sich zu gleichen Teilen aus „gelbem indischen Raps“ (Kalkutta) und „braunem indischen Raps“ (Bombay) zusammensetzt. An hiesiger Station konnte eine solche Zusammensetzung der Kuchen nur sehr selten festgestellt werden; sie mögen in anderen Gegenden grössere Beliebtheit geniessen. Nach der Versicherung der genannten Firma soll der gelbe indische Raps wegen der Ähnlichkeit des Kornes vielfach für weisse Senfsaat gehalten und als solche bezeichnet worden sein. Durch solche Verwechslungen seien bereits grosse Streitigkeiten zwischen Händlern und Abnehmern entstanden, im Prozesswege aber stets richtig gestellt worden. Eine Vermischung mit Senfsaat sei schon ihres doppelt so hohen Preises wegen ausgeschlossen. Es hat sich in diesen Fällen also um eine Verwechslung von *Sinapis alba* und *Brassica glauca* gehandelt, die allerdings nicht sehr für die Sachkenntnis der betreffenden Sachverständigen spricht. Es ist indes keineswegs ausgeschlossen, dass Senfsaat, sofern sie sich ihres geringen Schärfegrades oder aus anderen technischen Gründen für die Fabrikation von Senf

<sup>1)</sup> BOISS., VOY., Espagne. II.

<sup>2)</sup> WILLD., Enum.

und Mostrich nicht eignet, von unreellen Firmen dennoch zu Rapskuchen etc. verarbeitet wird. Vielmehr leistet vielleicht gerade die scheinbare Schwierigkeit in der Unterscheidung des indischen Senfs vom weissen der Verwendung des letzteren Vor-schub.

3. An dritter Stelle stehen die wohl fast ausnahmslos ausländischen „Rapskuchen“, welche ganz oder teilweise aus fremden Sämereien bestehen. Hierzu gehören die hauptsächlich aus Russland, aber auch aus Ungarn gelegentlich auf den deutschen Futtermarkt meist unter dem wahren Namen gelangenden Hederichkuchen von graubrauner Farbe und nicht unangenehmem Geruche. Ihr Herstellungsmaterial, als welches Hederich, „wilder Raps“, Ravisson, genannt wird, dürfte der Hauptsache nach Ackersenf sein, denn die Samen des eigentlichen Hederich (*Raphanus Raphanistrum*) sind bekanntlich äusserst schwierig aus ihren Hülsen zu befreien. Hierher gehören auch die schon erwähnten kreisrunden oder länglichrunden Kuchen im Gewichte von 5 kg, die hauptsächlich ihrer Härte wegen schwer zu verwerten sind und für Fütterungszwecke fast ausnahmslos zu Mehl verarbeitet werden müssten. Dazu kommt dass diese Kuchen oft schwarzen Senf, Sarepta-Senf und sonstige für andere Zwecke schwer verwendbare Sämereien enthalten. Zu dieser Kategorie zählen auch gewisse aus England eingeführte „Rapskuchen“, welche zur Fütterung fast unbrauchbar, ursprünglich auch nur für Düngezwecke bestimmt, für den deutschen Futtermarkt aber noch gut genug sind. Die Schuld hieran liegt zum Teil wohl in mangelnder Warenkenntnis, leider aber häufig auch in unredlicher Absicht der Händler, die im allgemeinen sehr geringe Warenkunde der Abnehmer sich nutzbar zu machen. Hierher gehören die hell- bis dunkelgelblich gefärbten Pressrückstände von indischem Senf (*Brassica glauca*), welche fälschlich als indische oder englische „Rapskuchen“ in den Handel kommen. Auch Rückstände des schwarzen und weissen Senfs kommen zuweilen, allerdings meist wohl unter der richtigen Benennung Senfkuchen oder „Senftreiber“ in den Handel. Diese Rückstände stammen von der Gewinnung des fetten Senföles, zu welchem Zwecke die zerkleinerten Samen kalt ausgepresst werden. Die Pressrückstände werden dann noch, um das ätherische Senföl zu gewinnen, mit Wasserdämpfen destilliert. Diese Rückstände kommen entweder in Kuchenform

gepresst oder in Mehlform unter dem Namen „Senftreiber“ in den Handel. Sehr selten treten Pressrückstände des chinesischen Ölrettichs auf, die ihren Ursprung ebenfalls der Ölgewinnung verdanken.

### Beschaffenheit und chemische Zusammensetzung der Cruciferensämereien.

In einer besonderen Abhandlung soll von anderer Seite über die Ergebnisse der botanisch-mikroskopischen Untersuchung der in Rede stehenden Rückstände und ihrer Bestandteile berichtet werden.

Hier mögen einige äussere Eigenschaften und die chemische Zusammensetzung der in Betracht kommenden Sämereien Erwähnung finden.<sup>1)</sup>

Tabelle I.

Prozentische Zusammensetzung und Bestandteile von Cruciferensämereien.  
(Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel  
von Dr. TH. DIETRICH und Dr. J. KÖNIG 1891, Band I, S. 570—574.)

Bezeichnung der Sämereien.	Mittleres Kergewicht mg	Myron-säure %	Kalium-myronat %	Senföl %	Wasser %	In der Trockensubstanz:				
						Nh.	Rob-fett	Mr. Ex-traktstoffe	Reifaser	Asche
Rapssamen — Rapssaat — Kohlsaart — Brassica Napus oleifera — Brassica campestris — Rape-seed — Cole-seed — Colza — Navette.										
Dwarf rape . . . . .	—	—	—	—	—	28.13	40.45	27.88	3.54	—
Englischer Raps . . . . .	—	—	—	—	—	23.16	39.64	20.15	7.39	9.66
Winterraps . . . . .	—	—	—	—	—	20.32	38.47	36.85	4.36	—
„ Mittel von 11 Analysen	—	—	—	—	—	18.10	47.10	23.90	7.20	3.70
Schlesischer Winterraps . . . . .	—	—	—	—	—	19.25	45.89	—	—	—
„ „ . . . . .	—	—	—	—	—	20.11	47.62	—	—	—
„ „ . . . . .	—	—	—	—	—	—	51.98	—	—	—
„ „ . . . . .	—	—	—	—	—	21.52	50.05	21.26	3.99	3.18
„ „ . . . . .	—	—	—	—	—	21.91	45.16	22.63	5.87	4.43
Pommerscher „ „ . . . . .	—	—	—	—	—	17.18	40.48	37.06	—	5.28
Brassica campestris L. Colza	—	—	—	—	—	23.28	35.68	36.69	—	4.35
Belgischer Colza . . . . .	—	—	—	—	—	21.88	40.07	34.44	—	3.61
Elsasser „ . . . . .	—	—	—	—	—	20.22	47.73	26.61	—	5.44
„ „ . . . . .	—	—	—	—	—	21.55	46.05	—	—	—
„ „ . . . . .	—	—	—	—	—	25.34	44.24	—	—	—

<sup>1)</sup> Die chemische Zusammensetzung der Cruciferensämereien und von deren Rückständen ist aus Tabelle I—VII zu ersehen. Die Entlehnung der Angaben aus „Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel“ von Dr. TH. DIETRICH und Dr. J. KÖNIG 1891 geschah mit gütiger Erlaubnis der Verfasser.

## Fortsetzung von Tabelle I.

Bezeichnung der Sämereien.	Mittlere Kerngewicht mg	Myron- säure %	Kalium- myronat %	Senföl %	Wasser %	In der Trockensubstanz:				
						Nh.	Ro- fett	Mr. Er- traktstoffe	Reihsen	Asche
Holländischer Raps . . .	5.54	—	—	—	—	18.63	52.43	17.82	6.99	4.13
„ „ . . .	4.29	—	—	—	—	18.41	51.97	18.46	7.09	4.07
„ „ . . .	3.36	—	—	—	—	20.17	49.61	19.12	6.84	4.26
Mittel aller obigen . . .	—	—	—	—	7.28	21.08	48.55	22.41	6.42	4.54

## Rübensamen. Brassica Rapa oleifera.

Awehl . . . . .	2.00	—	—	—	6.50	13.50	43.01	39.74	3.75
Biewitz . . . . .	2.40	—	—	—	7.00	12.22	44.94	37.73	5.11
Rübsen . . . . .	—	—	—	—	9.50	26.12	45.70	13.18	11.20
Sommerrübsen . . . . .	2.27	—	—	—	9.09	25.67	60.79	9.17	4.37
„ „ . . . . .	2.03	—	—	—	9.10	26.87	57.56	10.89	4.68
Mittel der vorigen . . . . .	—	—	—	—	7.86	22.23	36.39	26.49	10.75
Weisser Senf. Mittel . . . . .	6.08	—	—	—	7.13	29.28	32.05	24.99	8.99
Indischer Raps . . . . .	—	—	—	—	6.10	22.63	44.19	19.31	4.17
Hederich, Raphanus Ra- phanistrum . . . . .	—	—	—	—	7.12	23.60	25.56	22.17	10.13
Chines. Ölrettig, Raph. satis. oleifer. . . . .	1.28	—	—	—	7.50	19.85	32.65	45.72	3.78
Chines. Ölrettig, Raph. satis. oleifer. . . . .	—	—	—	—	7.85	26.44	50.05	19.55	3.96
Chines. Ölrettig. Mittel . . . . .	—	—	—	—	7.68	23.15	41.35	32.64	3.87

## Schwarzer Senf und andere Senfarten.

Sinapis nigra L. . . . .	—	—	1.68	—	6.78	22.00	23.80	49.69	4.51
„ juncea, Sarepta-Senf	—	—	0.61	—	7.35	30.93	30.70	32.18	6.19
Schwarzer Senf . . . . .	—	4.84	—	1.27	4.84	33.28	37.52	7.12	17.62
„ „ Cambridge . . . . .	1.06	—	1.69	—	8.52	28.96	31.19	25.56	9.85
„ „ „ . . . . .	—	—	—	—	10.66	44.38	28.99	12.09	8.02
Sinapis arvensis, Ackersenf	—	—	—	—	8.93	30.99	29.00	23.47	10.39
Gelber Californien (Yellow)	4.80	—	—	1.27	4.83	32.72	34.92	17.17	8.93
„ „ brauner	4.35	—	—	1.35	4.11	25.75	39.61	12.67	16.88
Gelber England (Yellow)	4.19	—	—	2.06	3.11	31.22	34.64	22.82	7.12
„ „ tiefbraun	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(trist brown) . . . . .	4.25	—	—	0.63	4.62	27.12	42.11	13.53	11.36
Guzerat-Raps (Sinapisart)	—	—	—	—	5.60	16.41	48.42	15.25	16.21
Mittel der Senfarten . . . . .	—	—	—	—	6.30	29.43	34.63	19.48	11.10

**Tabelle II.**  
**Zusammensetzung von Cruciferensämereien und ihrer Rückstände**  
 nach JUL. KÜHN.

Bezeichnung der Untersuchungsgegenstände.		Trocken- substanz	Boh- protein	Roßfett	Nfr. Extraktstoffe	Roßfaser	Asche
Raps- u. Rübensamen.	Minimum . . . .	85.2	13.0	36.0	7.4	5.3	—
	Maximum . . . .	92.9	27.4	55.0	13.0	15.2	—
	Wahrscheinl. Mittel	86.2	19.4	42.5	10.4	10.0	3.9
Rapskuchen.	Minimum . . . .	80.8	17.9	4.4	7.4	1.3	—
	Maximum . . . .	98.2	45.5	18.8	41.6	28.4	—
	Wahrscheinl. Mittel	88.5	31.6	9.6	29.3	11.0	7.0
Rübsenkuchen.	Minimum . . . .	87.6	22.4	7.5	21.3	12.1	—
	Maximum . . . .	89.7	33.0	15.9	25.2	19.1	—
	Wahrscheinl. Mittel	87.6	28.3	10.0	24.3	16.8	7.3
Entöltes Rapsmehl.	Minimum . . . .	85.5	21.8	1.8	26.9	11.1	—
	Maximum . . . .	96.1	36.8	6.8	38.8	20.3	—
	Wahrscheinl. Mittel	91.5	33.1	3.0	34.1	13.4	7.9

In der Trockensubstanz:

Raps- und Rübensamen.	Wahrscheinl. Mittel	22.5	49.3	12.1	11.6	4.5
Rapskuchen.	„ „	35.7	10.9	33.1	12.4	7.9
Rübsenkuchen.	„ „	32.3	12.5	27.7	19.2	8.3
Entöltes Rapsmehl.	„ „	36.2	3.3	37.3	14.6	8.6

**Tabelle III.**  
**Zusammensetzung von Samen und Rückständen von Samen der Cruciferen**  
 nach E. v. WOLFF.

Bezeichnung des Untersuchungsgegenstandes.	Wasser	Asche	Roßprotein	Roßfaser	Nfr. Extraktstoffe	Roßfett	Verdanlich:			
							Roßprotein	Nfr. Extraktstoffe	Roßfaser	Roßfett
Rapssamen . . . . .	9.6	4.0	19.5	8.2	15.0	43.7	16.1	12.0	3.3	42.2
Rapskuchen . . . . .	10.4	7.7	30.7	11.3	30.1	9.8	24.9	22.9	0.9	7.6
Rapsmehl . . . . .	8.5	7.9	33.1	13.4	34.1	3.0	26.5	25.9	1.3	2.4
Rübsenkuchen . . . . .	10.7	7.7	32.7	7.8	31.1	10.0	26.2	23.4	0.8	7.9

Raps hat kleine, runde, glatte, braun bis blauschwarz gefärbte Körner von 1.0—2.5 Millimeter Durchmesser und 2.0—5.5 Milligramm Korngewicht. Nach ROB. HOFFMANN<sup>1)</sup> ist das Körnergewicht von Sommer-Raps 2.0 mg, das spec. Gewicht = 1.000, das Körnergewicht von Winter-Raps 3.6 mg, das spec. Gewicht = 1.150. Eine hiesige Probe von Sommer-Raps hatte ein Körnergewicht von 3.4 mg, eine solche von russischem Kubja-Raps 3.7 mg, Mecklenburger Raps 4.3 mg, Holsteiner 4.4 mg. Holländischer Raps hatte nach Ermittlungen von anderer Seite ein Körnergewicht von 3.4—5.5 mg. Die Körner des Raps sind um so reicher an Fett, je grösser, um so reicher an Protein, je kleiner sie sind. Diese Regel dürfte allgemeinere Giltigkeit auch für die übrigen Cruciferensämereien haben. LEHMANN<sup>2)</sup> hat sich der Mühe unterzogen, auch die Bestandteile der Rapschalen zu bestimmen; er fand:

	In der frischen Substanz	In der Trockensubstanz
Wasser . . . . .	13.48 %	—
Rohfaser . . . . .	30.90 „	35.71 %
Rohprotein . . . . .	3.33 „	3.85 „
Stickstofffreie Extraktstoffe . . . . .	43.77 „	50.59 „
Rohfett . . . . .	1.61 „	1.86 „

Rübsen: Die Körner sind durchschnittlich heller, kleiner und leichter, nämlich 2.0—3.3 mg schwer. Das Körnergewicht ist im besonderen für Sommer-Rübsen 2.0—2.3 mg, Winter-Rübsen 2.4 mg, Awehl 2.0 mg, Biewitz 2.4 mg, Mecklenburger Rübsen 3.3 mg. Nach MAREK<sup>3)</sup> ist das spezifische Gewicht von grossen Rübsensamen 1.125, von kleinen 1.108; nach ROBERT HOFFMANN<sup>4)</sup> von Awehl 1.000, von Biewitz 0.937.

Chinesischer Ölrettich, eine Kulturvarietät des Ölrettichs (*Raphanus sativus*), wird in den Tiefebene Nordchinas und auf den Hochebenen von Mittel- und Südchina behufs Gewinnung von Speiseöl kultiviert. Das Öl soll mild und angenehm schmecken und Ähnlichkeit mit Mohnöl haben. Nach ROB. HOFFMANN<sup>5)</sup> ist das Körnergewicht 1.28 mg, das spec. Gewicht 1.005.

<sup>1)</sup> Landw. Vers.-Stat. V, 1863, S. 191.

<sup>2)</sup> Zeitg. f. Deutsche Landwirte 1858, 95.

<sup>3)</sup> Das Saatgut und dessen Einfluss auf Menge und Güte der Ernte. Wien 1875.

<sup>4)</sup> A. a. O.

<sup>5)</sup> A. a. O.

**Tabelle IV.**  
**Prozentische Zusammensetzung, verdaulicher Anteil, Dünge- u. Futterwerteinheiten**  
 (Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel von Dr. TH. DIETRICH)

Bezeichnung des Untersuchungsgegenstandes.	Zahl der Analysen	Prozentischer Gehalt an:						
		Wasser	Bohprotein	Reinprotein	Fett	Nfr. Extraktstoffen	Rohfaser	Asche
Rapssamen, Brassica Napus oleifera.	22	7.3	21.08	20.0	48.55	19.41	6.42	4.54
		—	15.2—28.1		35.7—56.2	13.1—23.9	4.0—7.1	3.2—9.7
Rübensamen, Brassica Rapa oleifera.	15	7.8	22.23	21.0	36.40	26.50	10.75	4.12
		4.4—10.2	12.2—27.6		25.4—45.7	—	9.2—10.9	3.6—5.1
Weisser Senf, Sinapis alba.	6	7.2	29.28	27.8	32.05	24.99	9.00	4.68
		5.3—9.3	19.9—34.9		28.2—37.8	22.6—25.1	5.7—11.6	4.3—5.1
Sinapis nigra und andere Species, Schwarzer Senf.	11	6.3	29.43	28.0	34.63	19.48	11.10	5.36
		3.1—10.6	16.4—44.4		23.8—48.4	12.1—24.5	7.1—16.9	3.7—6.5
Ölrettichsamen, Raphanus sativus oleifera.	2	7.7	23.15	22.0	41.35	20.63	11.00	3.87
		7.5—7.9	19.9—26.4		32.7—50.0	—	—	3.8—4.0
Rapskuchen.	500	10.0	34.44	30.77	10.55	33.34	12.78	8.89
		5.9—20.3	23.3—48.4		4.2—23.8	21.0—44.7	8.9—26.7	4.4—16.0
Desgl. aus dem Kleinbetrieb (Landmühlen).	34	11.35	32.06	28.34	16.37	32.83	11.18	7.56
		7.5—14.7	27.2—36.7		12.5—23.3	24.6—39.9	9.1—16.0	6.2—10.8
Rapsmehl (Extraktionsrückstand).	28	10.0	37.55	33.55	5.56	34.23	14.22	8.44
		6.2—12.9	29.8—45.1		0.9—11.2	15.2—43.1	10.2—17.8	7.8—10.0
Rübsenkuchen.	35	10.72	36.62	32.70	11.2	34.82	8.74	8.62
		6.5—17.7	25.1—43.8		7.1—21.7	23.9—40.9	3.4—21.4	5.5—11.5
Rübsenmehl (Extraktionsrückstand).	2	8.37	36.73	32.76	2.54	34.70	17.21	8.82
		7.2—9.5	32.9—40.6		2.5—2.6	29.7—41.8	14.3—20.0	8.3—9.5

Tabelle IV.

der Cruciferensaat und daraus erhaltenen Rückstände im wasserfreien Zustande.  
und Dr. J. König, 1891, Bd. II, S. 1316/17 und S. 1334/35.

Nährstoffverhältnis Nr. : Mfr. = 1 zu	Prozentischer Gehalt an verdaulichen Nährstoffen:					Düngebestandteile			Summe der Düngewerteinheiten 5:2:1	Summe der Futterwert-einheiten nach dem Gehalt an	
	Organ. Substanz	Protein	Fett	Nfr. Extraktstoffe	Roh-faser	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		Rohnährstoff 3:2:1	Verdauliches Nährstoff 3:2:1
6.7	81.82 79.5—83.5	17.29 11.7—24.4	45.15 31.4—53.9	15.53 9.8—20.3	3.85 2.6—4.0	3.37	1.88	1.09	21.7	182.7	157.7
5.3	79.73 77.0—81.5	18.23 9.4—24.6	33.85 22.4—48.9	21.20 —	6.45 6.0—6.6	3.56	1.70	1.00	22.2	166.4	143.5
3.6	78.48 76.0—80.0	24.89 15.9—31.4	28.20 24.0—35.2	19.99 17.0—21.3	5.40 3.8—6.4	4.68	1.68	0.68	27.4	176.9	151.1
3.6	77.73 75.5—79.5	25.02 13.1—40.0	30.47 20.2—45.0	15.58 12.1—20.8	6.66 4.7—9.3	4.71	1.68	0.68	27.6	177.0	151.6
5.4	80.54 78.0—83.0	18.98 15.3—23.0	38.46 28.8—48.0	16.50 —	6.60 —	3.70	1.80	1.00	23.1	172.8	150.4
1.7	62.59 59.5—65.5	27.90 18.4—40.2	8.33 3.2—19.3	25.34 15.5—34.9	1.02 1.0—1.3	5.51	2.22	1.44	33.4	157.8	125.7
2.3	64.74 61.0—67.0	25.97 21.5—30.5	12.93 9.6—18.9	24.95 18.2—31.1	0.89 0.8—1.0	5.29	2.03	1.35	31.9	161.8	128.7
1.3	61.96 59.0—65.0	30.42 23.7—37.4	4.39 0.7—9.1	26.01 11.2—33.6	1.14 1.1—1.2	6.01	2.22	1.44	35.9	158.0	126.1
1.7	65.14 62.0—68.0	29.30 19.6—35.9	8.85 5.5—17.6	26.12 17.4—31.5	0.87 0.5—1.3	5.86	2.24	1.46	35.2	167.1	131.7
1.1	59.14 56.0—62.0	29.38 25.7—33.3	2.01 1.9—2.1	26.03 21.7—32.2	1.72 1.2—2.1	5.88	2.18	1.42	35.2	150.0	118.2



Tabelle V.

## Zusammensetzung von Rückständen der Cruciferensämereien.

(Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel v. Dr. Th. DIETRICH und Dr. J. KÖNIG 1891. Bd. I, S. 658—673.)

Bezeichnung der Rückstände.	Anzahl der Analysen	Wasser	Rohprotein	Rohfett	Nfr. Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Rapskuchen. Minim. . . . .	977	2.93	21.04	3.77	18.88	1.34	3.99
„ Maxim. . . . .	977	20.30	43.58	21.45	40.20	24.01	14.22
„ Mittel . . . . .	977	11.72	30.78	9.80	28.18	11.58	7.94
Rapsmehl. Minim. . . . .	28	6.22	26.80	0.79	13.70	9.18	7.00
„ Maxim. . . . .	28	12.90	40.60	10.10	38.81	16.00	9.00
„ Mittel . . . . .	28	9.95	33.80	5.01	30.75	12.86	7.63
Rübsenkuchen. Minim. . . . .	35	6.48	22.38	6.29	21.35	3.01	4.90
„ Maxim. . . . .	35	17.74	39.06	19.39	36.49	19.06	10.34
„ Mittel . . . . .	35	10.72	32.73	9.97	31.07	7.78	7.73
Rübsenmehl . . . . .	1	9.53	29.75	2.30	37.91	13.02	7.49
„ . . . . .	1	7.20	36.80	2.40	26.90	18.10	8.60
„ Mittel . . . . .	2	8.37	33.27	2.35	32.40	15.56	8.05
Hederichkuchen . . . . .	1	—	26.97	14.70	—	—	—
Kuchen von Sinapis arvens. . . . .	1	6.42	35.79	6.42	34.02	11.47	5.88
Rettigkuchen . . . . .	1	8.00	35.00	7.44	32.36	7.90	9.30
„ . . . . .	1	—	34.03	16.12	—	—	—

Tabelle VI.

## Mittlere Zusammensetzung von Rückständen der Cruciferensämereien in wasserfreiem Zustande.

(Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel v. Dr. Th. DIETRICH und Dr. J. KÖNIG 1891, Bd. I, S. 658—673.)

Bezeichnung der Rückstände.	Anzahl der Analysen	Rohprotein	Rohfett	Nfr. Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Rapskuchen . . . . .	977	34.87	11.10	31.92	13.12	8.99
Rapsmehl . . . . .	28	37.54	5.56	34.15	14.28	8.47
Rübsenkuchen . . . . .	35	36.66	11.17	34.80	8.71	8.66
Rübsenmehl . . . . .	2	36.31	2.56	35.36	16.98	8.79
Presskuchen von Sinapis arvensis	1	38.25	6.86	36.35	12.26	6.28
Rettigkuchen . . . . .	1	38.04	8.09	35.17	8.59	10.11

Hederich. Der eigentliche Hederich (*Raphanus Raphanistrum*), der Schotendotter oder Lackhederich (*Erysimum cheiranthoides*) und der Ackersenf oder Schotenhederich (*Sinapis arvensis*) werden alle drei als Hederich bezeichnet.

Alle drei finden sich in der Regel der Raps- und Rübensaat beigemischt, also häufig auch in den Rapskuchen und Mehlen. Der eigentliche Hederich und der Ackersenf sollen für sich zuweilen den Hauptbestandteil von Presskuchen bilden; von ersterem ist dieses aus schon angeführtem Grunde nicht wahrscheinlich.

Weisser Senf wird in Mittel- und Süd-Europa und Nord-Afrika als Ölfrucht und Gewürzpflanze angebaut. Körnergewicht nach hiesiger Ermittlung 6.1 mg, nach ROB. HOFFMANN 4.2 mg, das sp. Gew. = 1.000. CH. PIESSE und LIONEL STANSELL<sup>1)</sup> geben folgende Bestandteile von weissem Senf an:

	Yorkshire	Cambridge
Myrosin u. Albumin . . . . .	5.24 ‰	4.58 ‰
Eiweissartige Substanz . . . . .	28.37 „	28.06 „
Flüchtiges Öl . . . . .	0.06 „	0.08 „

Schwarzer Senf wird in Süd-Frankreich, Russland, Griechenland in grossem Massstabe angebaut. Körnergewicht (Senf von Cambridge) 1.1 mg. PAUL BIRKENWALD<sup>2)</sup> giebt folgende Zusammensetzung des schwarzen Senf an:

Feuchtigkeit . . . . .	8.47 ‰
Asche . . . . .	5.04 „
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	1.84 „
Nacheinander löslich in Petroläther . . . . .	29.39 „
„ „ „ Äther . . . . .	0.93 „
„ „ „ 75 ‰ Alkohol . . . . .	0.80 „
Schwefel . . . . .	0.61 „
Senföl . . . . .	1.89 „
Stickstoff . . . . .	4.50 „

Nach CH. PIESSE und LIONEL STANSELL enthält schwarzer Senf von Cambridge:

Myrosin und Albumin . . . . .	5.24 ‰
Eiweissartige Substanz . . . . .	26.50 „
Flüchtiges Öl . . . . .	0.473 „
Myronsaures Kalium . . . . .	1.692 „

Indischer Senf (*Brassica glauca Roxb.*), im Handel „gelber indischer Raps“ oder „Guzeratsaat“, auch „Cawnpore“ genannt, dem weissen Senf sehr ähnlich. Flache, eckige Körner von sehr verschiedener Grösse und gelber Farbe, unter-

<sup>1)</sup> Journ. Pharm. Chim. [5], 3, 252.

<sup>2)</sup> Diss. Dorpat; Schw. W. 26, 277.

mischt bis zu 10 % mit kleineren hellbraunen Körnern, die derselben Pflanze angehören sollen. Gewicht der hellen Körner 6.2 mg, der dunklen Körner 5.2 mg.

Brauner indischer Raps (*Brassica dichotoma*), dem einheimischen sehr ähnlich, aber von hellerer Farbe. Die Handelsware enthält gelbe Körner, wahrscheinlich von *Brassica glauca*. Körnergewicht 3.8 mg.

Sarepta-Senf (*Brassica juncea*), in Indien, Central-Asien und Süd-Russland angebaut. PAUL BIRKENWALD erwähnt a. a. O. folgende Bestandteile:

Feuchtigkeit . . . . .	7.63 %
Asche . . . . .	4.52 „
P <sub>2</sub> P <sub>5</sub> . . . . .	1.89 „
Nacheinander löslich in Petroläther . . . . .	30.10 „
„ „ „ Äther . . . . .	1.30 „
„ „ „ 75 % Alkohol . . . . .	1.25 „
Schwefel . . . . .	0.54 „
Senföl . . . . .	1.67 „
Stickstoff . . . . .	4.21 „

Punktierter indischer Raps (*Brassica ramosa Roxb.*), dem vorigen sehr ähnlich.

Schlitzblättriger Senf (*Sinapis dissecta*). Rundl. gelbe Körner von verschiedener Grösse, untermischt mit gleichgrossen hellbraunen Körnern, die derselben Pflanze entstammen sollen. Gewicht der gelben Körner 6.6, der braunen 6.3 mg.

Kohlblättriger Senf (*Sinapis rugosa*). Kleine hellbraune Körner von 2.4 mg Gewicht.

In Bezug auf die einzelnen Bestandteile der Cruciferensamen sei noch folgendes erwähnt.

Nach Untersuchungen von TH. DIETRICH und J. KÖNIG<sup>1)</sup> enthielt Winter-Raps lufttrocken 19.28 % in Wasser lösliche Stoffe, davon 7.74 % Protein. Nach H. HELLBIEGEL<sup>2)</sup> enthielt lufttrockener Winter-Raps 12.9 % unlösliche und 5.2 % lösliche Proteinstoffe. E. WOLLNY<sup>3)</sup> macht darauf aufmerksam, dass holländischer Winter-Raps in drei verschiedenen Korngrössen ungleichen Fettgehalt hat; es enthielten nämlich die grössten Körner 49.44, die mittelgrossen 49.26 und die kleinsten 46.30 % Fett. Diese Angabe findet Bestätigung durch die auf Tab. I

<sup>1)</sup> Vers.-Stat. Altmorschen.

<sup>2)</sup> Chem. Ackersm. 1861, 94.

<sup>3)</sup> Öst. landw. Wochenbl. 1875, 223.

angeführten Analysen von holländischem Raps. Danach steigt der Fettgehalt und fällt der Gehalt an Protein und Kohlehydraten mit dem Körnergewichte. Nach TH. DIETRICH und J. KÖNIG (a. a. O.) liessen sich im Winter-Raps 8.33 der stickstofffreien Extraktstoffe in Zucker überführen. Nach H. HELLRIEGEL (a. a. O.) enthielt lufttrockener Winter-Raps 7.7 % Zucker, Bitterstoffe etc., 16.2 % Gallertstoffe. G. FLEURY<sup>1)</sup> fand im Winter-Raps an Zucker, Dextrin und Gummi (nicht Stärke) 7.23 % und an nicht bestimmbar stickstofffreien Extraktstoffen 7.72 %.

### Zusammensetzung der Rückstände von Cruciferensämereien.

Über die Zusammensetzung dieser Rückstände geben die Tabellen I—VI Auskunft. Besonders sei noch folgendes erwähnt:

Die Rübsenkuchen sind durchschnittlich reicher an Protein, als die Rapskuchen; dagegen verhalten sich die Mehle anscheinend umgekehrt. Nach den von J. KÜHN gegebenen Durchschnittszahlen (Tab. II) wäre Rübsenkuchen etwas ärmer an Stickstoffsubstanz, als Rapskuchen; indes scheint es so, als ob die wenigen Rübsen-Rückstände, deren Untersuchung diesen Zahlen zu Grunde gelegen hat, zufällig etwas geringhaltiger gewesen sind. Ebenso sind die Rübsenkuchen reicher an Fett, als die Rapskuchen (aus Grossbetrieb), während die Mehle sich umgekehrt verhalten.

In Bezug auf die stickstofffreien Extraktstoffe stehen diese Futtermittel fast gleich; anscheinend sind die Rübsenrückstände etwas reicher daran.

An Rohfaser sind die Rübsenkuchen ärmer als Rapskuchen, die Mehle umgekehrt.

Der Nährstoffgehalt der Rückstände ist im allgemeinen weniger abhängig von Art und Varietät der Pflanzen, als von dem Grade der Entwässerung und Entfettung bei der Ölge-  
winnung und dem Grade der Reinigung von anderen Sämereien. Die hellen, grünlichen, lockeren, bei geringer Hitze und geringem Drucke ausgepressten Ölkuchen, namentlich des Kleinbetriebes, sind im allgemeinen fettreicher, als die stark erhitzten, scharf gepressten, und enthalten zuweilen über 20 % Fett. Am fettärmsten sind durchschnittlich die Extraktionsmehle, welche dem-

<sup>1)</sup> Ann. d. Chim. Phys. (4), IV., 38.

entsprechend am reichsten an Stickstoffsubstanz sind. Dunkel gefärbte Kuchen sind mit Recht weniger beliebt, als helle, weil sie von geringerer Güte sind und namentlich das Protein an Wert verloren hat. Bei Verfütterung der Rübsenrückstände wird man bei den geringen Unterschieden ihrer Zusammensetzung von derjenigen der Rapskuchen sich im allgemeinen an die für letztere gegebenen Zahlen halten können, da diese einer grossen Anzahl älterer und neuerer Analysen entstammen. Wahrscheinlich befanden sich namentlich unter den vor längeren Jahren untersuchten Rapskuchen auch viele Rübsenkuchen, denn früher fehlte die mikroskopische Kontrolle fast gänzlich. Nach E. POTT<sup>1)</sup> sollen die Rapskuchen in manchen Gegenden in neuerer Zeit immer fettärmer und dafür um so stickstoffreicher geworden sein. Aber auch die von ihm gegebenen Zahlen neuerer Analysen von Rapskuchen stimmen mit den hier gegebenen Durchschnittszahlen recht gut überein. Beispielsweise ergab die Untersuchung von 35 Belgischen Rapskuchenproben folgende Mittelwerte:

	In der frischen Substanz	In der Trockensubstanz
Wasser . . . . .	11.3%	—
Rohprotein . . . . .	30.9 „	34.8%
Rohfett . . . . .	9.6 „	10.8 „
Stickstofffreie Extraktstoffe . .	31.5 „	35.5 „
Rohfaser . . . . .	9.0 „	10.2 „
Asche . . . . .	7.7 „	8.7 „

Die von POTT ohne Angabe der Quelle gegebenen Zahlen für die Extraktionsrückstände stimmen hingegen mit den in Tabelle IV angeführten nicht so gut überein, was seinen Grund in der geringen Anzahl der Analysen haben mag. Nach POTT enthalten im Mittel:

	Wasser	In der Trockensubstanz				
		Nh.	Fett	Nfr. Extr.	Rohfaser	Asche
Entöltes Rapsmehl. . . . .	8.5	36.3	2.7	37.5	14.8	8.7
„ Rübsenmehl . . . . .	7.2	39.7	2.6	29.0	19.5	9.3

In Bezug auf den Düngewert der in Rede stehenden Rückstände ist zu bemerken, dass dieselben zu den phosphorsäurereicheren gehören (vgl. Tab. IV). Es ist bereits erwähnt worden, dass für Fütterungszwecke unbrauchbare Rückstände namentlich in England erfolgreiche Verwendung als Düngemittel

<sup>1)</sup> Die landw. Futtermittel.

finden. E. v. WOLFF<sup>1)</sup> giebt folgende Aschenbestandteile von Cruciferensamen und Rapskuchen an.

**Tabelle VII.**  
Umgerechnet auf 1000 Teile wasserfreier Substanz.

	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Cl
Raps. . . . .	10.9	0.7	6.2	5.2	18.8	1.0	0.6	0.1
Sommer-Rübsen .	8.8	—	5.9	5.3	16.9	2.6	—	—
Senf . . . . .	6.8	2.3	8.0	4.3	16.8	2.1	1.0	0.2
Rapskuchen . .	14.7	2.1	8.0	8.2	22.5	3.8	3.3	0.5

Von den Rapskuchen ähnlichen Rückständen anderer weniger untersuchten Cruciferensamen ist noch folgendes hervorzuheben:

Die Ölettigkuchen sollen nach manchen Angaben nährstoffreicher als Raps- und Rübsenkuchen sein; nach den in Tab. V und VI angeführten Zahlen würden sie diesen ziemlich gleich stehen. Sie gelten als gutes Mastfutter, sollen vom Vieh gern genommen werden und den Fettgehalt der Milch erhöhen, ohne dieser einen unangenehmen Beigeschmack zu erteilen, und sogar für Jungvieh geeignet sein.<sup>2)</sup>

Von Hederichkuchen, sofern derselbe von Raphanus Raphanistrum stammt, was zweifelhaft ist, liegt nur ein Untersuchungsergebnis vor (Tab. V).

Als „Hederichkuchen“ werden aber gemeinhin die Pressrückstände des Ackersens im Gemische mit verschiedenen anderen Samenarten bezeichnet. Diese Ölkuchen kommen aus Ungarn und nach J. KÖNIG<sup>3)</sup> vornehmlich aus Russland und erscheinen gelegentlich auch auf dem deutschen Futtermarkte, während sie früher lediglich für Düngungszwecke nach England gingen. Diese graubraun bis grauschwarz gefärbten, nicht unangenehm riechenden „Hederichkuchen“ sollen ein gutes Futtermittel bilden. Sie enthalten:

<sup>1)</sup> Aschen-Analysen von land- und forstw. Produkten, Fabrik-Abfällen und wild wachsenden Pflanzen II.

<sup>2)</sup> E. POTT, a. a. O.

<sup>3)</sup> Landw. Zeitung für Westfalen und Lippe, 45. Jahrg. 1888, S. 44.

	Nach Angaben von E. POTT (a. a. O.)			Nach		
	Minim.	Frisch Maxim.	Mittel	Wasserrfrei Mittel	Tab. VI und VII Frisch Wasserrfrei	
Wasser . . . . .	5.9 %	9.8 %	7.2 %	—	6.42 %	—
Nh. . . . .	28.8 „	35.8 „	33.0 „	35.6 %	35.79 „	38.25 %
Rohfett . . . . .	6.4 „	11.3 „	9.0 „	9.7 „	6.42 „	6.86 „
Nfr. Extraktstoffe .	22.3 „	34.0 „	27.9 „	30.1 „	34.02 „	36.35 „
Rohfaser . . . . .	11.5 „	13.8 „	12.9 „	13.9 „	11.47 „	12.26 „
Asche . . . . .	—	—	10.0 „	10.8 „	5.88 „	6.28 „

Die Zusammensetzung ist demnach derjenigen der Raps- und Rüsenkuchen sehr ähnlich.

Presskuchen aus schwarzem Senf enthielten nach V. DIRCKS:<sup>1)</sup>

	Frisch	Wasserrfrei
Wasser . . . . .	10.6 %	—
Rohprotein . . . . .	47.9 „	53.9 %
Rohfett . . . . .	12.9 „	14.5 „
Nfr. Extraktstoffe . . .	13.7 „	15.4 „
Rohfaser . . . . .	8.5 „	9.6 „
Asche . . . . .	5.8 „	6.5 „

Demnach sind diese Rückstände ausserordentlich reich an Rohprotein, wie es ja nach der Zusammensetzung der Samen (Tab. I und IV) nicht anders zu erwarten steht. Leider sind sie, wie weiter unten näher besprochen werden soll, ihres hohen Gehaltes an senfölbildenden Bestandteilen halber wenigstens nicht ohne weiteres zur Fütterung geeignet. Ein hier untersuchter, selbstbereiteter Presskuchen aus schwarzem Senf enthielt neben 10.0 % Fett nur 35.8 % Rohprotein, allerdings mag der Wassergehalt infolge der Bereitungsart ein sehr hoher gewesen sein.

Untersuchungsergebnisse von Pressrückständen von weissem Senf und Sarepta-Senf liegen nicht vor; aus der Zusammensetzung der Samen (Tab. I, IV) aber lässt sich schliessen, dass sie den vorigen sehr nahe stehen. Auch diese dürfen ihrer Schärfe wegen nicht bedingungslos verfüttert werden.

Die Rückstände des indischen Senf sind gelblich bis bräunlich gefärbt, je nachdem der gelbe oder braune „indische Raps“, *Brassica glauca Roxb.* oder *B. dichotoma* in ihnen vorwiegt. Aus den wenigen vorhandenen Angaben zu schliessen, nähern sich die Rückstände dieser Saaten in ihrer Zusammensetzung sehr denjenigen von Raps und Rüsen, wenigstens gilt dieses für die auf Tabelle I als „indischer Raps“ bezeichnete

<sup>1)</sup> Landw. Vers.-Stat. 28, 1883, S. 179.

Saat, während die Zahlen für „Guzerat-Raps“, der ebenfalls indischen Ursprungs sein soll, allerdings beträchtlich abweichen.

Ein von ALBERT R. LEEDS und EDGAR EVERHART<sup>1)</sup> untersuchtes braunes Senfmehl ergab als Mittelwerte von drei Analysen folgende Zahlen:

Feuchtigkeit . . . . .	6.83 %
Myronsaures Kalium . . . . .	0.65 „
Rhodanwasserstoffsäures Sinapin . . . . .	11.12 „
Myrosin . . . . .	28.48 „
Öl . . . . .	29.21 „
Cellulose . . . . .	19.95 „
Asche . . . . .	3.76 „

### Die Haupt-Nährstoffe der Rückstände.

Rohprotein. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse über den Gehalt der Rapskuchen an Eiweiss- und Nicht-Eiweiss-Stickstoff sind in den folgenden Tabellen VIII bis XI ersichtlich.

**Tabelle VIII.**

**Gehalt der Rapskuchen an Eiweiss- und Nichteiweiss-Stickstoff.**

Mittel von 10 Analysen.

(Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel von Dr. TH. DIETRICH und Dr. J. KÖNIG 1891, Bd. II, S. 1375/76.

Trocken- substanz.	In Prozenten der Trocken- substanz:				N in Prozenten des Gesamt-N:			
	Gesamt- N	Eiweiss- N	Nicht- eiweiss- N	Unver- daulicher N	Eiweiss- N	Nicht- eiweiss N	Verdaul. Eiweiss N	Unver- daulicher Eiweiss- N
89.6	5.899	5.046	0.853	0.703	85.9	14.1	73.9	12.0

**Tabelle IX.**

**Stickstoffgehalt im Eiweiss und Nichteiweiss der Rapskuchen nach E. v. Wolff.**

N in Prozenten der Trockensubstanz:			N in Prozenten des Gesamt-N:	
Im Ganzen	Im Eiweiss	Im Nichteiweiss	Im Eiweiss	Im Nichteiweiss
5.200	4.670	0.530	89.3	10.7
4.77—5.41	4.20—4.96	0.45—0.71	86.7—91.7	8.3—13.3

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. anal. Chem., 21. 389.



**Tabelle X.**  
**Gehalt zweier Rapskuchenproben an Eiweiss und Nicht-eiweiss**  
**nach A. Stutzer.<sup>1)</sup>**

Gesamt- N	Von N sind vorhanden in Form von:			Auf 100 Teile N berechnet sind vorhanden als:		
	Nicht- Protein	Eiweiss	Unver- daulich	Nicht- Protein	Eiweiss	Unver- daulich
5.42	0.53	4.35	0.54	9.8	80.1	10.1
5.41—5.44	—	4.33—4.36	0.54—0.55	9.7—9.8	—	10.1—10.2

Die niedrigste Zahl für den Eiweissgehalt der Rapskuchen ist die von TH. DIETRICH und J. KÖNIG angegebene (Tab. VIII); die von E. v. WOLFF (Tab. IX) und A. STUTZER (Tabelle X) mitgeteilten sind höher und fast gleich. In 7 von A. STUTZER und W. KLINGENBERG<sup>2)</sup> untersuchten Proben betrug der als Nicht-Eiweiss vorhandene Anteil 8.3—13.3 % des Stickstoffs.

Zu starkes Erhitzen der Samen vor dem Auspressen kann nach E. WILDT teilweise Zerstörung der Eiweissstoffe unter Bildung von Amidstoffen, sowie eine Herabminderung ihrer Verdaulichkeit zur Folge haben. A. STUTZER<sup>3)</sup> wies die Wertverminderung der Rapskuchen, welche zu starkes Erhitzen zur Folge hat, durch vergleichende Verdauungsversuche an tadellos gutem und anscheinend zu stark erhitztem Rapskuchen mittelst des Verfahrens der „fraktionierten Verdauung“ nach.<sup>4)</sup> Die Unterschiede des pepsinlöslichen Eiweiss waren so gross, dass nach STUTZER'S Ansicht die langsame Löslichkeit des verdaulichen Eiweiss des verdächtigten Kuchens durch zu starkes Erhitzen desselben bedingt wurde.

Der nicht in Form von Eiweiss vorhandene Stickstoff der Cruciferensamen und deren Rückstände gehört ausser Basen — unter denen wahrscheinlich Lecithin — noch der Myronsäure und dem Sinalbin an. In Sinalbin enthaltenden Rückständen kann auch Neurin auftreten, welches nach BAYERS Ansicht identisch ist mit Cholin und Sinkalin, einer Base, die v. BABO und HIRSCHBRUNN schon früher als Zersetzungs-

<sup>1)</sup> Landw. Vers.-Stat. 38, 1891, S. 469.

<sup>2)</sup> E. POTT, D. Landw. Futtermittel.

<sup>3)</sup> Landw. Vers.-Stat. 40, 1892, S. 323.

<sup>4)</sup> Landw. Vers.-Stat. 38, 1891, S. 132.

produkt des Sinapins erhalten hatten. Auch Hypoxanthin (Sarkin) soll zu den Bestandteilen der Senf- und Rapssamen gehören.

Für die Berechnung des Rohproteins der Rapskuchen aus ihrem Stickstoffgehalte galt seit vierzig Jahren und gilt bis heute noch der für sämtliche Futtermittel angenommene Faktor 6.25. Dieser Wert ist nach H. RITTHAUSEN<sup>1)</sup> nicht mehr zeitgemäss. RITTHAUSEN hat bereits in der 1872 erschienenen Schrift „Die Eiweisskörper der Getreidearten, Hülsenfrüchte und Ölsamen“ darauf hingewiesen, dass dieser Faktor zu ungenaue, von dem wirklichen Gehalte mehr oder weniger abweichende Zahlen giebt, da der Stickstoffgehalt reiner Substanzen nicht 16%, sondern 16.66—18.40% betrage. Die Untersuchungen von WEYL, SACHSSE, BARBIERI, E. SCHULZE, MEISSL, OSBORNE, CHITTENDEN u. a. bestätigen nicht nur die Richtigkeit der ausgesprochenen Ansicht in überzeugendem Masse, sondern lassen es auch als dringend notwendig erscheinen, die Reform nicht länger mehr hinauszuschieben, vielmehr ungesäumt damit vorzugehen. Für Raps und Rübsen erscheint der Faktor 6.00 als der am besten geeignete. Mit diesem Faktor würde sich aus dem Stickstoffgehalt für Raps- und Rübsenrückstände (vgl. Tab. IV) folgender Gehalt an Rohprotein berechnen:

Tabelle XI.

Bezeichnung der Rückstände.	N %	Rohprotein % berechnet mit dem Faktor		Unterschied
		6.25	6.00	
Rapskuchen . . . . .	5.51	34.44	33.06	1.38
Rapsmehl . . . . .	6.01	37.55	36.06	1.49
Rübsenkuchen . . . . .	5.86	36.62	35.16	1.44

Nach der Berechnung mit dem RITTHAUSEN'schen Faktor würden demnach Rückstände von Raps- und Rübsensamen in wasserfreiem Zustande durchschnittlich 1.45% Rohprotein weniger enthalten, als nach der bisher üblichen Rechnungsweise, ein Unterschied, der immerhin beachtenswert ist.

Nach RITTHAUSENS Untersuchungen ergaben 100 Teile mit Ather extrahierter Rettigsamen 20 Teile Globulin, 25 Teile

<sup>1)</sup> Landw. Vers.-Stat. 47, 1896, S. 361.

Legumin; 100 Teile Raps- und Rübsenpressrückstände 15 bis 18 Teile Legumin. Globulin ist derjenige Bestandteil des Proteins, der im Wasser und in Salzlösungen oder auch nur in Salzlösungen leicht löslich ist, Legumin derjenige Bestandteil, der in Kaliwasser oder Salzsäurewasser gelöst, mit Säure oder Kali gefällt, mit Salzlösungen extrahiert, als in Kaliwasser löslicher Rückstand verbleibt. — Die prozentische Zusammensetzung dieser Eiweisskörper ist nach RITTHAUSEN folgende:

Tabelle XII.

Elementarbestandteile.	Rettigsamen:		Pressrückstände von Raps und Rübsen:	
	Globulin	Legumin	Legumin	
			I.	II.
N . . . . .	18.25	16.93	16.60	17.23
C . . . . .	50.97	—	51.55	52.01
H . . . . .	7.07	—	6.91	7.05
O . . . . .	22.73	—	23.44	22.89
S . . . . .	0.98	—	1.40	0.82

**Fett.** Zur Beurteilung des Fettgehaltes von Rapskuchen und Extraktionsmehlen wird nach E. POTT folgendes einfache Verfahren empfohlen, welches ohne Gewähr für seine Zuverlässigkeit hier Erwähnung finden mag. Eine kleine Probe des Futtermittels wird zwischen Briefpapier mit den Daumen ausgedrückt; bei mehr als 9% Fett soll das Papier einen deutlichen Fettfleck zeigen.

Über die Beschaffenheit des Fettes der Cruciferensämereien und ihrer Rückstände ist folgendes bekannt.

Nach den Untersuchungen von AUGUST STELLWAAG<sup>1)</sup> über die Zusammensetzung der Futtermittelfette sind Äther- und Benzin-Extrakte der Rapskuchen bei Zimmertemperatur flüssige Öle von gelbbrauner Farbe, welche zu über zwei Dritteln aus Neutralfetten bestehen. Der Schmelzpunkt des Ätherextraktes liegt unter 10°, seine Verseifungszahl ist = 178.9 mg Ätzkali; es enthält 71.48% Neutralfett und 13.48% freie Fettsäuren; Gesamtmenge der Fettsäuren = 87.31%. Die Fettsäuren der Rapskuchen haben ein höheres Molekulargewicht, als alle anderen untersuchten Fettsäuren, nämlich 302, wohl bedingt durch den Gehalt an Brassica-

<sup>1)</sup> Landw. Vers.-Stat. 37, 1890, S. 135.

Erucasäure, deren Molekulargewicht 338 ist. Das Ätherextrakt enthält bemerkenswerte Mengen von Lecithin, nämlich 6.99%, worunter 4.92% Stearinsäure und 0.268% Phosphor. Unverseifbar sind 3.29%. Nach einigen Angaben ist dieser unverseifbare Bestandteil Cholesterin, nach E. SALKOWSKY ist auch Phytosterin darin enthalten. Der Schmelzpunkt des Benzinextraktes liegt ebenfalls unter 10°; seine Verseifungszahl ist 177.7; es enthält 69.13% Neutralfett, 30.04% freie Fettsäuren; Gesamtmenge der Fettsäuren = 96.41%. Das Molekulargewicht dieser Fettsäuren ist 303; Lecithin und Phosphor sind nicht vorhanden; der Gehalt an Unverseifbarem (Cholesterin) beträgt 2.23%. Das Ätherextrakt nimmt nach längerem Stehen senföartigen Geruch an, was auf die Anwesenheit von Schwefelverbindungen deutet. Für die Herstellung beider Extrakte wurden verschiedene Rapskuchen verwendet. — Rapsöl oder Rüböl hat nach J. KÖNIG<sup>1)</sup> das spec. Gewicht 0.9112—0.9175 bei 15°, sein Erstarrungspunkt liegt bei —2° bis +10°; der Schmelzpunkt der Fettsäuren bei 18—22°, ihr Erstarrungspunkt bei 12.2°. Die KÖTTERS-DORFFER'sche Verseifungszahl ist 178.7, die Jodzahl für Fett 100.4—102.8, für Fettsäuren 96.3—99.0. Die HEHNER'sche Zahl ist 95.1, die REICHERT-MEISSEL'sche 0.5—0.8. Der Brechungsindex frisch gepressten Rapsöles ist nach FR. STROHMER 1.4757 bei 15°. 1 g Rüböl absorbiert 640 mg Brom. G. GOLDSCHMIDT<sup>2)</sup> fand Behensäure und Erucasäure im Öle von schwarzem Senf, später auch im Rapsöle, und stellte ihre Identität fest. Erucasäure ist ein charakteristischer Bestandteil des Rüböles. Nach Mitteilungen von E. POTT a. a. O. besteht das Fett der Raps- und Rübensamen aus den Glyceriden der Stearin-, Brassica-, Öl- und Erucasäure. C. L. REIMER und W. WILL geben an, im Rüböl nur 3 Fettsäuren gefunden zu haben: Erucasäure, die flüssige Rapinsäure und Behensäure (Schmelzp. 75°), während Erucasäure (Schmelzp. 34°) nur in geringer Menge vorhanden sei. F. SOXHLET fand im Rapskuchenfett 2.23% Cholesterin und Spuren von Lecithin. ED. HECKEL und FR. SCHLAGDEN-HAUFFEN<sup>3)</sup> wiesen in Samen von schwarzem und weissem Senf Lecithin nach, indem sie im Auszuge derselben mit Petroleum-

<sup>1)</sup> Die Untersuchung landw. und gewerbl. wichtiger Stoffe 1891.

<sup>2)</sup> Wiener Anz. 1874, S. 193.

<sup>3)</sup> Compt. rend. tome 103 (1886), p. 388.

äther und Chloroform Phosphorsäure bestimmen. Sesam-, Lein- und Baumwollsaatkuchen enthalten dagegen kein Lecithin.

Um Schwefelverbindungen im Extrakte nachzuweisen, verseift man es mit Kali- oder Natronhydrat, wodurch Schwefelkali entsteht, welches mit Blei- oder besser Silbersalzen Schwarzfärbung giebt. Auch Schmelzen mit Kalihydrat und Salpeter und Zusatz von Chlorbaryum zu der in Salzsäure gelösten Schmelze wird empfohlen. Bei Extraktionsmehlen kann der Schwefel allerdings auch aus dem verwendeten Schwefelkohlenstoff stammen.<sup>1)</sup>

Mit der Zeit erfährt das Rüböl durch Sauerstoffaufnahme eine geringe Gewichtszunahme; nach 2 Tagen ist dieselbe noch unmerklich, nach 7 Tagen beträgt sie 2.9%, die der freien Fettsäuren nach 8 Tagen 0.9%.

Der Ranzigkeitsgrad ist bei Raps- und Rübsenrückständen durchschnittlich verhältnismässig gering. Derselbe nimmt mit dem Alter der Ware naturgemäss zu. Nach R. HEINRICH verbrauchte von 24 untersuchten Proben 1 g Fett 3.4 — 39.6 ccm, im Mittel 8.0 ccm  $\frac{1}{20}$  Normallauge. Da 1 ccm dieser 0.014069 g Ölsäure entspricht, so schwankte der Gehalt an freier Fettsäure als Ölsäure berechnet zwischen 4.8 und 55.5% und betrug im Mittel 11.3% des Fettes. — 3 Proben von Rapsmehl verbrauchten 3.3—50.9 ccm, im Mittel 27.6 ccm  $\frac{1}{20}$  Normallauge. Der Gehalt an freier Ölsäure schwankte also zwischen 4.6 und 71.6% und betrug im Mittel 38.6% des Fettes. H. NÖRDLINGER bestimmte die freien Fettsäuren als Ölsäure berechnet und fand in 100 Teilen Gesamtfett als Minimum 8.39%, als Maximum 13.23%, im Mittel 10.55% freie Ölsäure. In bei 100° getrocknetem Ätherextrakt von Rapskuchen, die vor der Extraktion getrocknet waren, fand derselbe 8.49, 12.31 und 13.43%, im Mittel 11.41% des Fettes als freie Ölsäure. R. ULBRICHT<sup>2)</sup> giebt für Rapskuchen als Minimum von 31 Bestimmungen 4.99%, als Maximum 30.18, als Mittel 12.22% des Rohfettes als freie Ölsäure an; in Rapsmehl als Minimum 10.50%, als Maximum 41.44% und als Mittel 24.89% an. Eine Zusammenstellung einer Anzahl von Resultaten findet sich in Tab. XIII.

<sup>1)</sup> J. KÖNIG, Untersuchungen etc.

<sup>2)</sup> D. Landbote 1890, No. 63; 1891, No. 61.

Tabelle XIII.

Ranzigkeitsgrad von Rapskuchen und Rapsmehl in Prozenten des Fettes.  
(Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel von Dr. TH. DIETRICH  
und Dr. J. KÖNIG 1891, Bd. II, S. 1382.)

Bezeichnung des Untersuchungs- gegenstandes.	Frische, unverdorb. Futtermittel.			Futtermittel, wie sie zur Verwendung gelangen.			Verdorbene oder zweifel- hafte Futtermittel.		
	Zahl d. Proben	Schwankungen	Mittel	Zahl d. Proben	Schwankungen	Mittel	Zahl d. Proben	Schwankungen	Mittel
Rapskuchen . .	13	6.0—22.27	12.42	29	2.58—55.84	12.38	3	65.98—70.5	68.42
Rapskuchenmehl	—	—	—	3	4.65—71.77	38.92	—	—	—

Danach enthält das Fett ganz frischer Rapskuchen, sowie solcher der durchschnittlichen guten Handelsware im Mittel 12.4% freie Fettsäuren, das Fett verdorbener oder zweifelhafter Ware dagegen 68.4%. Das Fett einiger untersuchter Rapskuchenmehle enthielt im Mittel 38.9% freie Fettsäuren.

Der Methoden zur Bestimmung der freien Ölsäure sind zwei gebräuchlich. Das richtigere aber weniger gebräuchliche Verfahren besteht darin, eine abgewogene Menge des gepulverten Materials mit einer abgemessenen Menge wasserfreien Äthers in verschlossenem Gefässe mehrere Stunden kalt zu digerieren und in einem abgemessenen Teile des filtrierten Auszuges, der mit dem gleichen Teile absoluten Alkohols vermischt wird, die freie Ölsäure durch Titration mit  $\frac{1}{10}$  Normallauge zu ermitteln. Meist wird das bei 100° getrocknete Ätherextrakt des vorher entwässerten Materials titriert. In der Regel ergeben beide Verfahren verschiedene Resultate, weil besonders beim Trocknen des Extraktes, aber auch schon des Untersuchungsmaterials, kleinere oder grössere Mengen von flüchtigen freien Fettsäuren verloren gehen. Als Indikator für diese Titrationen dient Phenolphthalein.

Nach R. HEINRICH zeigen mehlartige Rückstände grössere Neigung zur Verranzung, als Presskuchen. Die in Mehlform in den Handel gebrachten Ölkuchen enthalten durchgehends ein ranzigeres Fett, als die ganzen Kuchen des Handels. Dieser Umstand kann nach R. HEINRICH durch nichts anderes erklärt werden, als dass die geringeren Sorten Ölkuchen als Mehl in den Handel gebracht werden, um die geringere Eigenschaft zu verdecken. — Wenngleich diese Ansicht berechtigt ist, so ist

andererseits auch anzunehmen, dass die Mehlform wegen der grösseren Berührungsfläche mit dem Sauerstoff der Luft der Verranzung des Fettes günstiger ist. — Je älter die Futterstoffe werden, desto stärker verranzt das Fett. Auch unter dem Einflusse von Pilzen bekommt das Fett nach R. HEINRICH einen höheren Grad von Ranzigkeit. J. MJOEN<sup>1)</sup> behauptet allerdings, dass Bakterien und Pilze auf frische Fette keinen zersetzenden Einfluss ausüben; dagegen spielen nach seinen Erfahrungen Temperaturerhöhung und Sonnenlicht eine bedeutende Rolle. Nach BERNARD DYER und J. F. H. GILBARD<sup>2)</sup> scheint sich der Gehalt der Futtermittel an freien Fettsäuren durch den Transport aus den Tropen beträchtlich zu vermehren. Schon dieser Umstand ist ein hinreichender Grund des Misstrauens gegen überseeische Ware. Im allgemeinen erklärt sich die Bildung der freien Fettsäuren in den Futterstoffen durch eine Art von Gärung und die dabei auftretende Selbsterhitzung, ferner durch feuchte Beschaffenheit der Rohmaterialien beim Einsammeln, Versenden, Lagern, sowie durch Dämpfen der gemahlene Samen vor dem Auspressen.

#### Verunreinigungen.

Raps- und Rübensamenrückstände enthalten fast immer kleine Mengen von Verunreinigungen durch aus der Saat stammende fremde Sämereien. E. POTT führt folgende zufällige Verunreinigungen an:

Kamillen, Klebkraut, Kornraden, Wucherblumen, Melden, wilde Kolbenhirse, Blutkraut, Knöterich, Hahnenfuss, Sumpfstorchschnabel, Sauerampfer, Kornblumen, Kleeseide, Feldsalat, Purgirlein, Lein, Leindotter, Pfennigkraut, Hasenkohl, Hederich, Senf. Kleine Mengen des Pfennigkrautes (*Thlaspi arvense*) sollen der Milch unangenehmen Knoblauchgeschmack erteilen, da dieselben nach WERTHEIM<sup>3)</sup> eine komplizierte Verbindung — wahrscheinlich ein Glucosid — enthalten, welches in Berührung mit Wasser durch Einwirkung eines im Samen enthaltenen Fermentes Knoblauchöl entwickelt.

Von einer grösseren Anzahl an hiesiger Versuchs-Station untersuchter Rapskuchenproben erwiesen sich 73 % als voll-

<sup>1)</sup> Forschungsber. Lebensmittel, Hyg., forens. Chem., Pharmakogn. 1897 4, 195.

<sup>2)</sup> Analyst. 20, 241, London. Auch Chem. Centralbl. 1896, I, S. 177.

<sup>3)</sup> Ann. Chem. Pharm. 51, 289; 55, 297.

kommen rein oder nur wenig verunreinigt; 18% enthielten zwar stärkere Verunreinigungen, die indessen noch als zufällige gelten konnten; 9% mussten als verfälscht betrachtet werden, da sie fast ausschliesslich aus nicht hingehörigen Cruciferensamen bestanden, darunter indische Ölsaät, Ackersenf, weisser Senf, Hederich (Ravisonkuchen), Sarepta-Senf, *Erysimum orientale*, *Thlaspi arvense*; ausserdem kamen in grösseren Mengen Leinsamen und Leindotter vor. Das Vorhandensein indischer Ölsaät macht sich durch die Anwesenheit der Samen von *Vaccaria parvifolia Moench* (*Saponaria Vaccaria L.*) und von *Asphodelus tenuifolius Cav.*, welche von Dr. W. KINZEL hier mehrfach in Ölkuchen mit indischer Ölsaät gefunden wurden, und den Samen von *Melilotus alba Desv.* bemerkbar, welche in den Rapsfeldern Indiens häufig vorkommen. Da keine dieser drei Pflanzen in unseren Raps- und Rübsenfeldern jemals auftritt, sind ihre Samen für indische Ölsaät charakteristisch. Ausser den genannten Verunreinigungen, die natürlich häufiger noch in kleineren Mengen auftraten, wurden noch gefunden; Schotendotter, Hirtentäschel, Pfennigkraut, Leguminosen, Knötericharten, Wegericharten, Kornblume, Kornrade, Vogelmiere, Ackerspörgel, Mohn, Sauerampferarten, Hanf, Hirse, *Chenopodium*, Ackergauchheil, Ackerwinde, Ackersteinsamen, Nelkenarten, Flachsseide, Klappertopf, Labkraut, Distelarten, Reis, Baumwollsamensamen, Palmkern, Erdnuss, Sesam, Saaterbse, Weizen, Roggen, Hafer, Wiesengräser sowie unbekannte Unkrautsamen; ausserdem Spelzen und Spreu, Schimmelrückstände, Brandpilzsporen, Sägemehl, vegetabilische und tierische Haare von Presstüchern, Milben und Sand. Zur annähernden Prüfung der Rapskuchen und Mehle auf Reinheit wird nach E. POTT folgendes Verfahren empfohlen. Ungefähr 50 g der gepulverten Substanz werden in einem hohen Cylinderglas mit 30—40 ccm Wasser verrührt 24 Stunden stehen gelassen. Bei gutem Material liegen dann unten dunkelgefärbte Schalenteilchen und darüber als Hauptschicht das ein weissgelbes Mehl bildende Innere der Samen, von dem nur wenig getrübt Wasser überdeckt. Die Mehlschicht von Samen, die vor dem Auspressen überhitzt wurden, ist dunkel. Sand und fremde Unkrautsamen bilden die unterste Schicht.

Über den Sandgehalt der Futtermittel hat B. SCHULZE<sup>1)</sup> Studien angestellt.

<sup>1)</sup> Landw. Vers.-Stat. 47 (1896), S. 361.



Unter 112 untersuchten Rapskuchenproben enthielten:

22	Proben unter	0.5 %	Sand.
7	„ von	0.5—0.6	„ „
8	„ „	0.6—0.7	„ „
5	„ „	0.7—0.8	„ „
8	„ „	0.8—0.9	„ „
6	„ „	0.9—1.0	„ „
28	„ „	1.0—1.5	„ „
12	„ „	1.5—2.0	„ „
16	„ über	2.0	„ „

Der geringste Sandgehalt betrug 0<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, der höchste 8.12<sup>0</sup>/<sub>100</sub>. Fasst man die Proben, welche 0.5—1.0<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Sand enthalten, zusammen, so erhält man folgende Übersicht:

Tabelle XIV.

Gesamtzahl der untersuch- ten Proben	Es enthielten an Sand:					Unter 100 Proben enthielten an Sand:				
	unter 0.5 %	0.5—1.0 %	1—1.5 %	1.5—2.0 %	über 2 %	unter 0.5 %	0.5—1.0 %	1—1.5 %	1.5—2.0 %	über 2 %
112	22	34	28	12	16	20	30	25	11	14

Von den untersuchten Rapskuchenproben enthielt eine Hälfte unter, die andere Hälfte über 1<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Sand. Die Rapskuchen gehören zu denjenigen Futtermitteln, welche als stark begehrte auch vielen Verfälschungen unterliegen, und es ist eine allgemein bekannte Thatsache, dass verfälschte Waren meist auch reicher an Sand geworden sind, weil als Zusatzmittel meistens sandreichere Abfälle oder billige, unreine, auch sandhaltige fremde Samenarten benutzt werden. Als selbständiges Verfälschungsmaterial kann der Sand natürlich niemals aufgefasst werden, sondern immer nur als zufällige Verunreinigung. Es ist ausser Frage, dass gute reine Rapskuchen gewöhnlich nicht mehr als 0.5—0.7<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Sand enthalten, und wenn daher ein normaler Gehalt von 0.8—1.0<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Sand angenommen wird, so entspricht dies durchaus den Thatsachen und ist von den Ölfabriken leicht einzuhalten.

Ein früher oft gehegtes Vorurteil, dass die durch Extraktion gewonnenen Rückstände noch Reste von Schwefelkohlenstoff enthalten können und von dem Vieh nur mit Widerwillen genommen oder verweigert würden, ist jetzt ganz überwunden; die Extraktionsmehle sind, wenigstens was den Geruch anbetrifft,

ebenso gut wie die Kuchen. Die Befürchtung ferner, dass mit Schwefelkohlenstoff entöltes Rapsmehl einen Rückstand aus dem Entfettungsmittel stammenden Schwefels, der schädlich auf den Organismus wirken könnte, enthalten möchte, entkräftet EICH-HORN,<sup>1)</sup> welcher ein Rapsmehl untersuchte, zu dessen Darstellung Schwefelkohlenstoff gedient hatte, der 0.043 % Schwefel gelöst enthielt. Er fand dieses Mehl vollkommen schwefelfrei.

### Verfälschungen.

Ausser den zufälligen Verunreinigungen, die wohl kaum jemals einen so hohen Grad erreichen, dass dadurch eine gesundheitsschädigende Wirkung bei der Verfütterung verursacht werden kann, enthalten die Rückstände von Raps- und Rübsensamen nicht selten absichtliche, auf Täuschung abgesehene Zusätze fremder Sämereien, namentlich nicht hineingehörende Cruciferensamen und auch andere Zusätze, welche die mangelhafte Beschaffenheit der Ware zu bemänteln bestimmt sind; namentlich geschah dieses in früheren Jahren, als auf die mikroskopische Aufsicht noch nicht der ihr gebührende Wert gelegt wurde. Besonders häufig werden die mehlförmigen Rückstände verfälscht. Da durch Zusatz namentlich von fremden Cruciferensamen der Gehalt der Rückstände an wertbestimmenden Bestandteilen in der Regel keine Einbusse erleidet und oft sogar erhöht wird, so bleiben derartige Verfälschungen oft verborgen. Als Fälschung sind solche Zusätze insofern aufzufassen, als einerseits durch ihre oft schädliche Wirkung die Güte der Ware vermindert wird, andererseits als in der Verschweigung der Bestandteile der Ware oder falscher Bezeichnung dieser eine unredliche Absicht sich kund giebt. Die Raps- und Rübsenrückstände sind vorzugsweise Verfälschungen ausgesetzt, einmal weil sie bei dem sehr verschiedenen Aussehen dieser Futtermittel für den Laien besonders schwer erkennbar sind, dann aber auch weil andere Cruciferensämereien, welche für gewisse andere Fabrikationszweige untauglich sind, vielfach zur Herstellung von Futtermitteln, die als Rapsrückstände in den Handel kommen, verwendet werden. Bekanntlich wird der Samen des weissen Senfs zu Mostrich, der des schwarzen zu Speisesenf verarbeitet. Solche Senfsamen, welche wegen mangelnder Schärfe für die

<sup>1)</sup> Annal. d. Landw. Wochenbl. 1866, S. 156.

Bereitung eines menschlichen Genussmittels ungeeignet sind, werden vielfach von unwissenden, öfter wohl aber von gewissenlosen Fabrikanten für die Herstellung tierischer Nahrungsmittel verwendet, ohne Rücksicht darauf, dass gerade jenes scharfe Prinzip, welches die aus jenen Samen bereiteten Reizmittel dem menschlichen Gaumen angenehm macht, bei der verhältnismässig grossen Menge, in welcher sie in die Verdauungsorgane der Tiere gelangen, auf diese oft eine zerstörende Wirkung ausüben. Auch der Umstand, dass einige Cruciferenarten zu den Unkräutern gehören und oft so massenhaft auftreten, dass die Verwendung ihrer Samen für die Ölkuchengewinnung nutzbringend erscheint, ist zum Teil mit schuld daran, dass die Rapsrückstände so häufig verfälscht sind. Zwar sind gegen die Verarbeitung dieser Sämereien mit Rücksicht auf ihren Nährwert kaum Bedenken zu erheben, indes enthalten sie naturgemäss noch soviel andere Unkrautsamen, dass ihre Verwendung aus diesem Grunde zu verwerfen ist. Wenn auch ein hoher Gehalt der Futtermittel an Unkrautsamen bei der Verfütterung unschädlich ist, so liegt doch in der Anfertigung solcher Rapskuchen eine unreelle Absicht. R. HEINRICH<sup>1)</sup> untersuchte eine Sorte Rapskuchen, der bedeutend billiger als gewöhnlich mit dem Bemerken angeboten wurde, dass er viel Dotter enthalte.

Hätte diese Behauptung der Wahrheit entsprochen, so wäre gegen den Verkauf der Ware kaum etwas einzuwenden gewesen, namentlich in Anbetracht ihres billigeren Preises; thatsächlich jedoch war der Rapskuchen nur zum kleinsten Teile aus Rapskörnern geschlagen und repräsentierte eine ganze Sammlung der verschiedensten Unkrautsamen, und zwar waren diese Samen nicht zerquetscht, sondern unverletzt, so dass man sie durch Aufweichen des Kuchens leicht isolieren und auslesen konnte. In Anbetracht, dass diese Unkrautsamen mit ihren harten Samen- und Fruchtschalen in die Exkremente übergehen, — bemerkt R. HEINRICH — lässt sich vorhersehen, welche Gefahren das Verfüttern eines solchen Kuchens mit sich bringt. Der Kuchen enthielt in 100 g 6996 Unkrautsamenkörner im Gewichte von 13.01 g.

<sup>1)</sup> FRÜHLING's landw. Zeitung 1878, S. 561, aus Annal. des mecklenb. patriot. Vereins 1878, No. 17.

J. KÖNIG<sup>1)</sup> teilt einen Fall von Verfälschung mit, in welchem der „Ölkuchen“, wie die mikroskopische Untersuchung ergab, neben sonstigen Unkrautsämereien fast ganz aus Hederich bestand. Da man in Westfalen unter „Ölkuchen“ Raps- und Rübsenkuchen zu verstehen pflegt, aber doch nicht notwendig darunter verstehen muss, so war der Betrug mit äusserster Umsicht unternommen. Die Farbe dieses „Ölkuchens“ war „grauschwarz“, also sehr verschieden von derjenigen normalen Rapskuchens. Auch der ungewöhnlich hohe Aschengehalt von 16.05 % musste auffallen.

Dieses aus Russland stammende Produkt gehört zu jener Kategorie von Pressrückständen, welche für Düngungszwecke nach England gehen. Nach C. KORNAUTH<sup>2)</sup> findet von Ungarn aus eine lebhaft ausgeführte Ausfuhr von Hederichsamen zu dem Zwecke statt, dass an gewissen Orten der Hederich mit dem Raps geschlagen werde. Eine Art der Fälschung besteht nach CRISPO (Gent)<sup>3)</sup> darin, verdorbene, dunkelgefärbte Rückstände mit gebranntem Kalk zu vermengen, wodurch dieselben die schöne grünliche Farbe der geschätzten französischen und belgischen Rapskuchen annehmen sollen. Abgesehen von der strafbaren Fälschung kann dieser Kalkzusatz durch Neutralisation des Magensaftes bedenkliche Verdauungsstörungen verursachen. KLIEN fand in einer Rapskuchenprobe 25 % Kalkmergel, in einer anderen 25 % Sand. Nach M. FLEISCHER<sup>4)</sup> wird in Hull (England) ausnahmslos südrussischer Raps verarbeitet; die hierbei abfallenden Rapskuchen haben einen Gehalt bis annähernd 30 % an fremdartigen Beimengungen. Obwohl solche Kuchen unter dem Namen „Rapskuchen mittlerer Güte“ als Düngemittel verkauft werden, ist es doch vorgekommen, dass eine deutsche Firma sie bezogen und ihrerseits als Futtermittel bona fide in den Handel gebracht hat. Es ist wohl anzunehmen, dass dieser Fall nicht vereinzelt dasteht. TH. DIETRICH<sup>5)</sup> berichtet über einen bemerkenswerten Fall von Verfälschung von Rapskuchen. Die Analyse der fraglichen Kuchen ergab 19.50 %

<sup>1)</sup> Landw. Zeitg. f. Westf. u. Lippe, 45. Jahrg. (1888), S. 44.

<sup>2)</sup> D. landw. wichtigen Rückstände d. Ölfabrikation. Wien 1888.

<sup>3)</sup> Chem. Zeitg. 1879, No. 46, S. 687.

<sup>4)</sup> Deutsche landw. Presse 1893, No. 81.

<sup>5)</sup> Landw. Ann. d. mecklb. patriot. Ver., neueste Folge, 19. Jahrg. 1880, S. 422.

Asche mit 12.76 % Sand, eine Menge, welche das Mass des Erlaubten weit übersteigt. Dazu kam ferner die Verunreinigung der Kuchen durch zahlreiche Unkrautsamen, namentlich durch die Früchte des Hasenkohls (*Lapsana communis*). In jüngster Zeit wurden hier in einer Probe, welche als Gemenge von Raps- und Leinkuchenmehl bezeichnet war, nicht weniger als 70—80 % *Thlaspi arvense*, im übrigen verschiedene Unkrautsamen und etwa 2 % Leinkuchenmehl gefunden.

Die häufigsten Verfälschungen dürften diejenigen mit Senf und indischer Ölsaart sein, welche durch ihren Gehalt an „scharfen“ Bestandteilen schädlich auf die Verdauungsorgane wirken können. Wenn freilich solche Rückstände, wie es oft geschieht, unter ihrem wahren Namen oder Angabe ihrer Bestandteile in den Handel kommen, so kann von Fälschung natürlich nicht die Rede sein. — Hierher gehören auch die Rückstände von Ackersenf, schwarzem und weissem, indischem und Sarepta-Senf, die für sich oder im Gemisch mit anderen Cruciferensämereien verarbeitet wurden. Der Ackersenf allerdings steht gleich dem Hederich wohl sehr mit Unrecht in dem Verdachte eines hohen Gehaltes an Senföl bildenden Bestandteilen (vgl. Tab. XV); er enthält davon nicht mehr, als Raps oder Rübsen, und kann ohne grösseren Schaden als diese verfüttert werden. Auch die Verwendung von Rückständen des schwarzen, weissen und indischen Senfs ist zulässig, sofern sie bei ihrer Bereitung ganz oder bis auf einen kleinen Rest von Senföl befreit wurden. Dieses soll angeblich stets dann der Fall sein, wenn die Samen zuerst kalt ausgepresst und dann noch behufs Gewinnung des ätherischen Senföls mit Wasserdampf behandelt wurden. Wurde dagegen das Öl warm geschlagen, so ist die fermentierende Wirksamkeit des in den Samen enthaltenen Myrosins unter Umständen aufgehoben, so dass die Rückstände noch soviel Senföl entwickeln, dass sie gar nicht davon gereinigt zu sein scheinen. Eine solche Reinigung von dem scharfen Prinzip, wie sie bei den genannten Senfarten wohl möglich ist, ist bei dem weissen Senf undenkbar, da das darin enthaltene scharf wirkende Sinalbin und dessen Spaltungsprodukte nicht flüchtig sind.

Zu den „scharfen“ Ölkuchen gehören auch die Pressrückstände des indischen Senfs (*Brassica glauca*), gewöhnlich im Gemisch mit anderen Senfarten, welche fälschlich unter den

Namen „englische“ oder „indische Rapskuchen“ in den Handel kommen. Sie sind von brennendem, die Schleimhäute reizendem Geschmack und enthalten überdies noch Verunreinigungen, die bis zu 20 % aus Kalk bestehen. Trotz ihres hohen Nährstoffgehaltes sind diese Rückstände wegen ihres Gehaltes an Senföl und Kalk als Futtermittel zu verwerfen. In England werden diese Rückstände aus diesem Grunde für ungeeignet zur Verfütterung gehalten. Der Kalkgehalt soll daher stammen, dass die indische Ölsaart, aus der sie bereitet werden, zur Konservierung während des Transportes nach Europa mit Kalkmilch behandelt wird und dadurch eine vollständige Umkapselung von Kalk erhält.<sup>1)</sup> Für den Futtermarkt in Deutschland hält oder hielt man in England diese Kuchen gleichwohl für geeignet. Hoffentlich wird das endlich wach gewordene Vorurteil gegen englische Ware sowie die zunehmende Achtung vor der heimischen Industrie das ihrige thun, um solchem gefährlichen Schwindel die Spitze abzubrechen. Diejenige indische Ölsaart, welche direkt bezogen jetzt in vielen grösseren deutschen Ölmühlen mit einheimischer Saat zusammen verarbeitet wird, enthält jenen gefährlichen Kalkzusatz nicht, sondern gelangt in frischem keimfähigen Zustande zur Verwendung. In Deutschland wurden „indische Rapskuchen“ vielfach zum Preise von 5.47—5.00 Mark für 50 kg angeboten, obwohl der Preis am Londoner Markte nur 3.25 Mark betrug.<sup>2)</sup> Gegen die Verfütterung reiner, frischer und unverfälschter Rückstände von indischem Raps und Rübsen, namentlich im Gemische mit einheimischer Saat, dürften kaum Bedenken zu erheben sein, da jene Saaten nach R. ULBRICHT<sup>3)</sup> nur wenig myronsaures Kalium enthalten.

#### **Gehalt an Senföl bildenden Bestandteilen.**

In den Samen aller Cruciferensämereien findet sich in wechselnder Menge das Senföl bildende Prinzip, das myronsaure Kalium; im Samen des weissen Senfs ist ausserdem noch ein anderer, keine flüchtigen Bestandteile liefernder Körper, der sich lediglich durch scharfen Geschmack bemerkbar macht, das Sinalbin enthalten, das sich auch in einigen anderen

<sup>1)</sup> Hildesheimer Land- und Forstw. Vereinsblatt Jahrg. 26, S. 75.

<sup>2)</sup> Ebenda.

<sup>3)</sup> Landw. Vers.-Stat. 37 (1890), S. 45.

Cruciferensamen finden soll. Beide Körper gehören zur Gruppe der Glukoside, welche bekanntlich durch Einwirkung von gewissen ungeformten Fermenten in Gegenwart von Wasser in Zucker und einen oder mehrere andere Körper von meist sehr charakteristischen Eigenschaften sich spalten. Der dem myronsauren Kalium eigentümliche Bestandteil ist das gewöhnlich kurzweg als Senföl bezeichnete Allylsulfocarbonylamin oder Allylthiocarbimid  $N \begin{cases} CS \\ C_3H_5 \end{cases}$ , nicht aber, wie häufig ange-

geben wird, Rhodanallyl, dem die Formel  $S \begin{cases} CN \\ C_3H_5 \end{cases}$  zukommt.

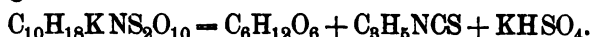
Dieses myronsaure Kalium (in manchen Angaben findet sich die Bezeichnung Myrosinsäure) zerfällt in Berührung mit Wasser durch Einwirkung des in den Samen enthaltenen Myrosins in Zucker, saures schwefelsaures Kalium und Senföl.

Von gewisser Seite und bedauerlicherweise aus fachgenossenschaftlichem Kreise ist vor mehreren Jahren bei öffentlicher Gelegenheit der Ansicht Ausdruck gegeben worden, als ob der Vorgang der Senfölbildung für die hiesige Station ein noch nicht gelüftetes Geheimnis gewesen sei; als ob hier vielmehr die Auffassung geherrscht habe, dass das Senföl in den Rapskuchen fertig gebildet vorhanden sei. Dieser Behauptung gegenüber, welche nur einer tendentiösen Auslegung des diesseits irgendwo gefallenen Ausdruckes „Senfölgehalt“ entspringen konnte, muss die Versicherung genügen, dass über jenen Vorgang der Senfölbildung auch hier niemals die geringste Unklarheit bestanden hat. Wenn im Verlaufe der weiteren Ausführungen vom Senfölgehalt der Futtermittel die Rede ist, so geschieht das lediglich der Kürze wegen.

Das Senföl ist in reinem Zustande eine farblose Flüssigkeit von dem spec. Gewichte 1.036 bei 0° und dem Siedepunkte 150.7°. Der Geruch und Geschmack des Senföls ist unerträglich scharf; schon geringe Mengen des Dampfes reizen heftig zu Thränen. Auf die Haut gebracht erzeugt das Senföl Blasen und wirkt namentlich heftig auf die Schleimhäute schon in starker Verdünnung.

Die Myronsäure ist einbasisch und nach der Formel  $C_{10}H_{19}NS_2O_{10}$  zusammengesetzt. Ihr Kaliumsalz lässt sich aus

den gepulverten Samen der Cruciferen dadurch isolieren, dass man sie mit Alkohol auskocht und den Rückstand mit Wasser auszieht. Es bildet farblose, seidenglänzende, in Wasser leicht lösliche Nadeln. Mit Barytwasser gekocht zerfällt es in Senföl, Zucker und Kaliumdisulfat. Diese Zersetzung, die auch durch Myrosin und Wasser verursacht wird, lässt sich durch folgende Gleichung ausdrücken:



Silbernitrat giebt mit Lösungen von Kaliummyronat weisse Niederschläge von der Zusammensetzung  $\text{Ag}_2\text{C}_4\text{H}_5\text{NS}_2\text{O}_4$ , während Zucker in Lösung bleibt.

Dass der Senf seinen schon den Alten bekannten beissenden Geschmack einem flüchtigen Öle verdankt, scheint zuerst LEFÈBRE 1660 beobachtet zu haben; sicher kannte BOERHAVE das Senföl 1732, und THIBIERGE zeigte 1819, dass es schwefelhaltig ist, während BOUTRON und ROBIQUET<sup>1)</sup> sowie FAURÉ<sup>2)</sup> im Jahre 1831 fanden, dass es im Senfsamen nicht fertig gebildet ist. BOUTRON und FREMY zeigten dann, dass Senfsamen einen eiweissartigen Körper enthält welcher mit Wasser die Bildung von Senföl bewirkt.<sup>3)</sup> Das myronsaure Kalium (*μύρον* = Balsam) wurde zuerst von BUSSY<sup>4)</sup> abgeschieden, seine Existenz von LUDWIG und LANGE<sup>5)</sup> bestätigt, und seine Formel von WILL und KÖRNER<sup>6)</sup> festgestellt. Nach WILLIAM J. SMITH<sup>7)</sup> ist die Myronsäure des schwarzen Senfs eine Ätherschwefelsäure, welche die Elemente von Zucker, Senföl und Schwefelsäure enthält. In den Samen des schwarzen Senfs wurde ausserdem noch eine andere Ätherschwefelsäure, das Sinalbin, gefunden. Jedenfalls ist die Verbreitung solcher Verbindungen in den Cruciferen eine sehr allgemeine. Es ergab sich, dass in den Samen des schwarzen Senfs ein Drittel des Schwefels in Form von Eiweiss und zwei Drittel in Form von Myronsäure vorhanden sind. W. J. SMITH untersuchte ferner, ob das die Ätherschwefelsäure spaltende Ferment in den verschiedenen Cruciferensamen dasselbe ist oder nicht,

1) Journ. Pharm. 17, S. 294.

2) Ebendasselbst 17, S. 121, 299, 464.

3) Ebendasselbst 26, S. 468.

4) Ebendasselbst 26, S. 39.

5) Zeitschr. Pharm. 3, S. 403 u. 577.

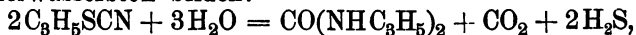
6) Ann. Chem. Pharm. 125, S. 257.

7) Zeitschr. f. Physiol. Bd. 12, S. 419.



und zog den Schluss, dass alle Cruciferensamen ein und dasselbe Ferment enthalten, dass also die verschiedene Geschwindigkeit, mit welcher in verschiedenen Samen die Spaltung eintritt, lediglich in der verschiedenen Natur der in ihnen enthaltenen Ätherschwefelsäuren begründet liege. Das Ferment von *Brassica Napus* z. B., welches auf die Ätherschwefelsäure derselben Pflanze so langsam einwirke, bewirke in anderen Pflanzen ebenso energisch Spaltung, wie das im Senf enthaltene Ferment. H. RITTHAUSEN<sup>1)</sup> stellte Untersuchungen über die Verbreitung der Myronsäure in den Samen von *Brassica Napus* und *rapa* an und machte die Beobachtung, dass die Samen von *Brassica rapa* grosse Mengen von Myronsäure enthalten. Seit dieser Beobachtung prüfte RITTHAUSEN alle ihm vorkommenden Proben von Samen und Rückständen des Rübsen, wie grösstenteils aus Russland eingeführte Rapskuchen auf einen Gehalt an Myronsäure mittelst Nachweisung von Senföl und fand, dass sämtliche Rübsensamen und Rückstände davon in verschiedenen Mengen Senföl entwickelten, in allen demnach Myronsäure enthalten sein musste, so dass sie als ein stets vorkommender Bestandteil des Rübsen bezeichnet werden könne. Russische Rapskuchen gäben dagegen keine Spur von Senföl, ebenso in der Heimat des Verfassers gebauter Raps. Es lasse aber der eigentümlich unangenehme Geruch, welcher bei Einwirkung von Wasser auf Rapsamen sehr stark hervortrete, auf die Bildung eines anderen schwefelhaltigen Körpers und auf das Vorhandensein einer anderen Schwefelverbindung in den Fruchtkörpern schliessen. Auch M. SIEBERT<sup>2)</sup> konnte bei russisch-polnischen Kuchen niemals einen Gehalt an Senföl beobachten. HOLDEFLEISS<sup>3)</sup> wies dagegen in vollständig reinen Raps- und Rübsenproben Myronsäure nach. Der Gehalt hieran soll durch Boden-, Düngungs- und Witterungsverhältnisse bedingt werden.

Bei der Entwicklung des Senföls aus der Myronsäure ist es einigen Zersetzungen unterworfen. Ein Teil desselben zerfällt durch einfache Spaltung in Schwefel und Crotonitril. Ferner kann sich Sinapolin (Diallylharnstoff), Kohlensäure und Schwefelwasserstoff bilden:



<sup>1)</sup> Journ. f. prakt. Chem. N. F., 24. Bd. 1881, S. 273.

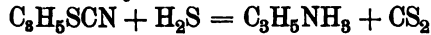
<sup>2)</sup> Westpreuss. landw. Mitteil., X. Jahrg. 1887, No. 4, S. 17.

<sup>3)</sup> Porr, die landw. Futtermittel.

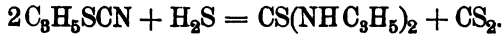
oder es kann auch neben Kohlensäure und Schwefelwasserstoff Diallylthioharnstoff entstehen:



Der in beiden Fällen auftretende Schwefelwasserstoff, der sich übrigens bei Beginn der Destillation von Senföl lieferndem Material mit Wasser zuweilen deutlich nachweisen lässt, bildet mit Senföl entweder Allylamin und Schwefelkohlenstoff:



oder Diallylthioharnstoff und Schwefelkohlenstoff:



In der That scheint nach vielfachen Beobachtungen Schwefelkohlenstoff bei der Bildung von Senföl fast stets aufzutreten. G. DRAGENDORFF<sup>1)</sup> hat eine grosse Anzahl Senfölprouben untersucht und in allen Präparaten ein bis mehrere % Schwefelkohlenstoff gefunden. Er konnte feststellen, dass durch Einwirkung von Kaliumdisulfat auf Senföl unter verschiedenen Bedingungen Schwefelkohlenstoff entsteht. Auch PAUL BIRKENWALD<sup>2)</sup> konnte eine sehr wesentliche Vermehrung des Gehaltes von Senföl an Schwefelkohlenstoff durch Digestion mit Kaliumdisulfat feststellen. Auch bei der Darstellung des Senföls entsteht nach diesem Gewährsmann Schwefelkohlenstoff durch Einwirkung des Wasserdampfes. Ein besonders schwefelkohlenstoffreiches Senföl soll der Sarepta-Senf liefern. BIRKENWALD<sup>3)</sup> fand darin bis zu 41 %. Ob der Schwefelkohlenstoff, der nach allen Angaben auch bei der Verfütterung von Senföl bildendem Futter entsteht, bei der oft schädlichen Wirkung desselben eine Rolle spielt, ist noch nicht erwiesen. Gleichwohl mögen hier einige Verfahren zur Ermittlung desselben im Senföl angegeben werden.

Zur quantitativen Bestimmung des Schwefelkohlenstoffes bediente BIRKENWALD sich des MACAGNO'schen Verfahrens: Titration des in alkoholischer Kalilauge gelösten und nach dem Verschwinden des Senfölgeruches mit Essigsäure angesäuerten Senföles mit  $\frac{1}{10}$  Normal-Kupfersulfatlösung. Nach H. HAGER<sup>4)</sup> dient zur Erkennung von Schwefelkohlenstoff im Senföl ammoniakalische Cuprisulfatlösung. In einem Reagensglase werden 10 Tropfen des zu prüfenden Senföles mit ungefähr 4 ccm absol. Alkohols

<sup>1)</sup> 60. Naturf.-Vers. Wiesbaden, Sekt. f. Pharm. — Pharm. Ztg. 32, S. 534.

<sup>2)</sup> Pharm. Zeitschr. f. Russland 29, S. 737, 754 und 769, Dezbr. 1890.

<sup>3)</sup> Diss. Dorpat; Schw. W. 26, S. 277.

<sup>4)</sup> Pharm. Centralhalle 20. S. 261.

und 2—3 ccm Kupferlösung gemischt. Bei schwefelkohlenstoff-freiem Senföl entsteht ein ultramarinblauer Niederschlag, der innerhalb 3—4 Stunden die Farbe nicht verändert. Bei Anwesenheit einer Spur Schwefelkohlenstoff geht die blaue Farbe in 1—2 Minuten, bei Anwesenheit von 2 und mehr % Schwefelkohlenstoff sofort in Violettblau über, unter Bildung von Xanthogenat und Schwefelkupfer. Nach A. W. HOFMANN<sup>1)</sup> bildet Schwefelkohlenstoff in ätherischer Lösung von Triäthylphosphin eine nach der Formel  $(C_2H_5)_3PCS_2$  zusammengesetzte Verbindung, die sich in roten Nadeln abscheidet. Dieses Verhalten benutzt A. W. HOFMANN<sup>2)</sup> zur quantitativen Bestimmung des Schwefelkohlenstoffs. Man hat zu diesem Zwecke das zu prüfende Senföl mit Natronlauge zu versetzen und in luftdicht verschlossenem Gefäße mit einer ätherischen Lösung von Triäthylphosphin durchzuschütteln. Die abgeschiedenen Krystalle werden auf gewogenem Filter gesammelt, im Vacuum getrocknet und gewogen.

ALBERT R. LEEDS und EDGAR EVERHART<sup>3)</sup> wandten folgendes Verfahren für die Analyse des Senfs an, welches natürlich auch auf andere Cruciferensämereien und deren Rückstände ausgedehnt werden kann. Nachdem das fette Öl durch Extraktion mit Äther entfernt ist, wird der Rückstand mit wässrigem Alkohol behandelt, wodurch rhodanwasserstoffsäures Sinapin und myronsaures Kalium gelöst werden, während das Myrosin nur koaguliert und nebst der Cellulose ungelöst bleibt. Die Lösung der beiden ersten Substanzen wird in gewogener Platinschale eingedampft, der Rückstand bei 105° getrocknet und gewogen, hierauf gegläht und wieder gewogen. Aus dem Gewichte des zurückgebliebenen Kaliumsulfates wird das Kaliummyronat berechnet und das rhodanwasserstoffsäure Sinapin aus der Differenz gefunden. Das Myrosin wird aus dem Rückstande von der Extraktion mit Alkohol nach freiwilliger Verdunstung desselben durch Behandlung mit  $\frac{1}{2}$ %iger Sodalösung, annähernde Neutralisation mit verdünnter Salzsäure und Zusatz von etwa 50 ccm RITTAUSEN'Scher Kupfersulfatlösung und darauf folgende genaue Neutralisation mit verdünnter Natronlauge, Sammeln des grünen Niederschlages auf gewogenem Filter, Trocknen bei 110° und Wägen bestimmt. Nach dem Einäschern des Filters mit Inhalt

<sup>1)</sup> Ann. Chem. Pharm. 115, S. 295.

<sup>2)</sup> Deutsche Chem. Ges. Ber. 1880, S. 1732.

<sup>3)</sup> Zeitschr. f. anal. Chem. 21, S. 389.

ergibt das Gewicht des Niederschlages abzüglich des Aschengewichtes das Gewicht des Myrosins. In einem braunen Senfmehle fanden sie nach dieser Methode 0.65 % myronsaures Kalium und 11.12 % rhodanwasserstoffsäures Sinapin. H. HASSALL<sup>1)</sup> fand in schwarzem Senf 4.84 % Myronsäure mit 1.27 % Senföl, in weissem Senf 10.98 % Myronsäure. Letzterer Befund beruht offenbar auf einer Verwechslung mit Sinalbin. CH. PIESSE und LIONEL STANSEL<sup>2)</sup> fanden in weissem Senf von Yorkshire 0.06 %, in solchem von Cambridge 0.08 % „flüchtiges Öl“ (Senföl), in schwarzem Senf von Cambridge 1.69 % myronsaures Kalium mit 0.47 % flüchtigem Öl. Das wässrige Extrakt des weissen Senfs nimmt nach obigen Analytikern durch Eisenchlorür (Eisenchlorid?) eine blutrote Färbung an, bei schwarzem Senf soll diese Reaktion kaum bemerkbar sein. Das wässrige Extrakt des weissen Senfs riecht nach mehreren Stunden nach Schwefelwasserstoff, das des schwarzen nur nach Senföl.

Der charakteristische Bestandteil des weissen Senfs, der sich aber auch in anderen Cruciferensamen finden soll, ist das Sinalbin  $C_{30}H_{44}N_2S_2O_{16}$ . Dass weisser Senf mit Wasser angerührt wohl einen scharfen Geschmack aber keinen Geruch entwickelt, ist seit lange bekannt. Der Träger dieses scharfen Geschmacks wurde von ROBIQUET und BOUTRON<sup>3)</sup> isoliert, aber erst von WILL näher untersucht, welcher ihm den obigen Namen gab und vorschlug, das analoge Kaliummyronat Sinnigrin zu nennen.<sup>4)</sup> H. WILL und A. LAUBENHEIMER<sup>5)</sup> stellten Sinalbin aus den entölten Samen des weissen Senfs dar, indem sie ein Teil derselben mit drei Teilen 85 %igen Alkohols kochten und heiss abpressten. Das beim Abkühlen sich abscheidende rot gefärbte Sinalbin wird entweder durch Umkrystallisieren aus Alkohol oder besser dadurch gereinigt, dass man die mit Schwefelkohlenstoff gewaschene Masse in wenig warmem Wasser löst, mit Tierkohle entfärbt, mit starkem Alkohol fällt und nochmals aus Alkohol umkrystallisiert. In reinem Zustande ist das Sinalbin farblos und von neutraler Reaktion, sehr schwer löslich in kaltem

1) HOFFMANN'S Jahresbericht 16, 1873, S. 241. — Pharm. Journ. and Transactions Ser. III, 5.

2) A. a. O., auch Cem. Centralbl. 12, 1881, S. 374.

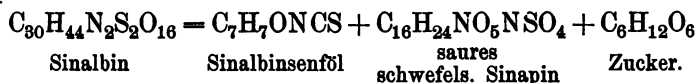
3) Journ. Pharm. 17, S. 279.

4) Wien. Akad. Ber. [2] 61, S. 178.

5) Ann. Chem. u. Pharm. 199, S. 150.

Alkohol, löslich in 3.3 Teilen siedenden 85%igen Alkohols, leicht löslich in Wasser. Durch die kleinste Spur Alkali, schon durch Brunnenwasser, wird es intensiv gelb gefärbt, durch Salpetersäure vorübergehend blutrot, eine Reaktion, durch welche es auch in Raps- und Rübensamen und deren Rückständen erkannt werden kann. Durch Eisenchlorid wird es nicht rot gefärbt; es ist daher auch kein Rhodansalz, wie mehrfach irrtümlich angegeben wird. Mit Silbernitrat und Quecksilberchlorid giebt es weisse Niederschläge. Kocht man Sinalbin mit Ätznatron, so entsteht schwefelsaures Natron und Rhodannatrium, die sich nach Ansäuern mit Salzsäure auf Zusatz von Chlorbaryum durch Bildung von Baryumsulfat sowie durch die blutrote Färbung durch Eisenchlorid erkennen lassen. Auch diese Reaktion kann zur Auffindung des Sinalbins auch in anderen Cruciferensamen dienen. Wie eine quantitative Bestimmung lehrte, geht hierbei die eine Hälfte des im Sinalbin enthaltenen Schwefels in Natriumsulfat, die andere Hälfte in Rhodannatrium über. Diese Angaben mögen als Anhaltspunkte für die Ermittlung des Sinalbins, wo dieselbe wünschenswert erscheint, dienen.

In seinem chemischen Verhalten zeigt das Sinalbin vollkommene Analogie mit Myronsäure. Es setzt sich aus Sinalbinsenföl, saurem schwefelsaurem Sinapin und Traubenzucker zusammen, in die es durch Myrosin in Gegenwart von Wasser gespalten wird:



Das Sinalbin schmeckt ausserordentlich scharf und zieht auf der Haut Blasen, wenn auch bei weitem nicht so energisch, wie Allylsenföl, weshalb es bei der Verfütterung jedenfalls nicht so drastisch wirkt, wie Senföl. Ob das Sinapindsulfat auch eine schädliche Wirkung äussert, ist nicht bekannt.

Zur vorläufigen Prüfung eines Futtermittels auf seine Ergiebigkeit an Senföl wird empfohlen, dasselbe mit heissem Wasser anzurühren. Man darf das Wasser indes nicht zu heiss anwenden, da die fermentierende Wirkung des Myrosins nach M. FLEISCHER (a. a. O.) durch Erhitzen über 70° aufgehoben wird. Wenn diese Temperaturangabe auch zu niedrig ist, so ist siedendes Wasser jedenfalls zu vermeiden. In allen Fällen,

wo man es mit warm geschlagenen Presskuchen zu thun hat, ist der Zusatz von Myrosin oder eines so gut wie kein Senföl liefernden Myrosin enthaltenden Materials, wie z. B. weisser Senf, geboten, da bereits durch das Vorwärmen vor dem Pressen das Myrosin der Samen unwirksam geworden sein kann. Ein Rapskuchen, der ohne Zusatz weissen Senfs 0.01 % Senföl geliefert hatte, ergab nach Zusatz von weissem Senf nicht weniger als 0.90 %. Übrigens soll die Geruchsprobe zuweilen trügerisch sein, da der Geruch des Senföls durch andere Gerüche, wie z. B. bei Anwesenheit von viel Melilotussamen durch den Cumaringeruch, verdeckt werden kann.<sup>1)</sup>

### Quantitative Bestimmung des Senföls.

Zur quantitativen Bestimmung des Senföles in Rapskuchen etc. destillierte V. DIRCKS (a. a. O.) die gepulverte Substanz mit Wasser unter Durchsaugen von Luft, um die im Kühlrohre haften bleibenden Senföltröpfchen in die Vorlage mit überzutreiben. In der Vorlage befand sich eine alkalische Lösung von Kaliumpermanganat, in welcher der Schwefel des Senföles zu Schwefelsäure oxydiert wurde, die dann nach ziemlich umständlichen Operationen als Baryumsulfat gewogen wurde. DIRCKS hält zur Zersetzung der Myronsäure für Rapskuchen eine höhere Temperatur und längere Zeitdauer für erforderlich, als für schwarzen Senf. Hiermit stimmt eine Bemerkung von M. FLEISCHER (a. a. O.) überein, wonach die Wirksamkeit des Myrosins bis zu einem gewissen Grade durch Erwärmen erhöht wird. Die von V. DIRCKS angewandte Methode wurde von A. SCHLICHT<sup>2)</sup> weiter ausgearbeitet. Er schlägt vor, 25 g der zu untersuchenden Substanz in einem Kolben von 750 ccm Inhalt mit 300 ccm Wasser, welche 0.5 g Weinsäure enthalten, eine Nacht hindurch zu digerieren und hierauf von der Flüssigkeit möglichst viel und zwar, um das Hängenbleiben von Senföltröpfchen im Kühlrohre zu vermeiden, ohne Kühlung in einen vorgelegten, mit alkalischer Permanganatlösung beschickten Apparat, der das Entweichen von Senföldämpfen ausschliessen soll, abzudestillieren. Um das ausgeschiedene Mangan zu entfernen, werden dem Inhalte der Vorlage nach dem Abkühlen auf 5 g angewandtes Permanganat 25 ccm Alkohol zugesetzt,

<sup>1)</sup> Bei PORR, Die landw. Futtermittel.

<sup>2)</sup> Landw. Vers.-Stat. 41 (1892), S. 175.

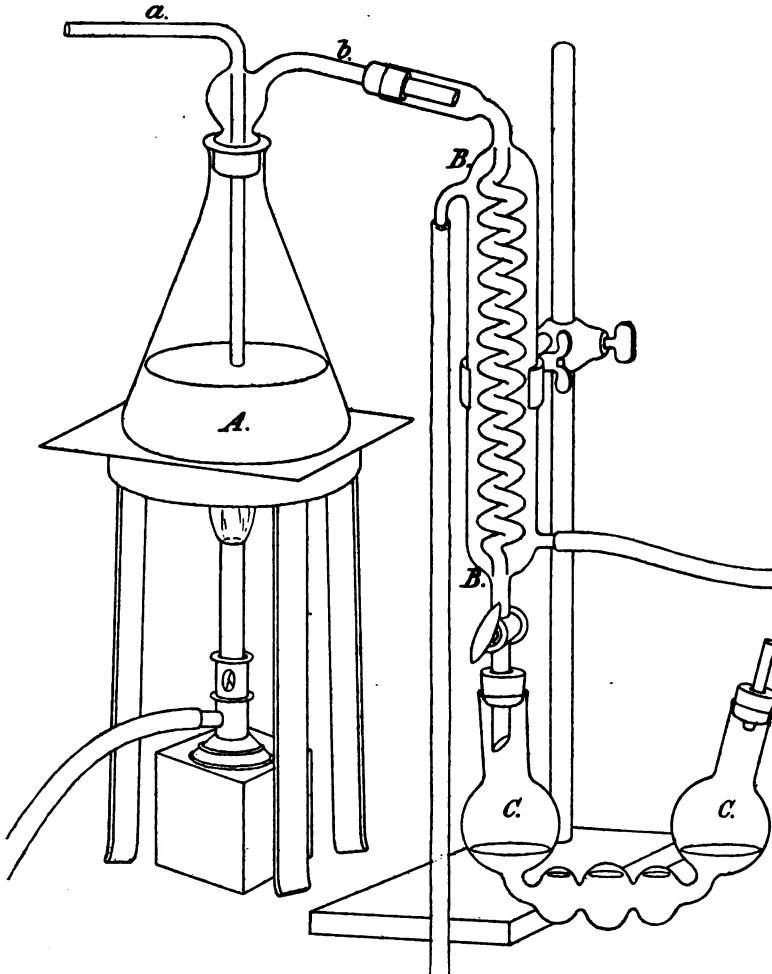
auf  $\frac{1}{2}$  oder 1 l aufgefüllt und in einem Teile der Lösung die gebildete Schwefelsäure bestimmt. Da die Schwefelsäure durch das aus dem Alkohol gebildete Aldehyd teilweise zu Schwefeldioxyd reduziert wird, so wird nach schwachem Ansäuern mit Salzsäure Jod bis zur schwachen Gelbfärbung zugesetzt. Der Faktor zur Berechnung des Senföls aus dem Gewichte des Baryumsulfats ist 0.42492. — Zur vollständigen Zersetzung des Kaliummyronats ist häufiges kräftiges Aufwirbeln des wässrigen Breies nötig. Um diese lästige Operation zu vermeiden, wendet SCHLICHT auf 25 g Untersuchungsmaterial 0.5 Weinsäure an und erhält damit beträchtlich höhere Resultate. Denselben Erfolg hat 15 Minuten langes Sieden ohne Weinsäure, dann muss aber vor der Destillation noch Myrosin zugesetzt werden. Den Anteil, den die Weinsäure an dem Vorgange nimmt, schreibt SCHLICHT dem besseren Eindringen des Wassers zu, da sich in dem weinsäurehaltigen Wasser wohl der wirksame Bestandteil des Myrosins, nicht aber die grosse Menge Eiweiss löse, und dass infolge ihrer weniger schleimigen Beschaffenheit die Lösung das Gewebe der Samen besser durchdringen könne. Was man bisher unter Myrosin verstand, sind nach SCHLICHT zwei Körper, deren einer sich aus dem nach der Vorschrift von WILL und LAUBENHEIMER<sup>1)</sup> durch kurzes Digerieren weisser Senfsamen mit kaltem Wasser, Fällung mit Alkohol und Auswaschen dargestellten Myrosins durch Zusatz von Weinsäure als unlöslicher Körper abscheiden lässt, während der andere wirksame Bestandteil in Lösung bleibt und auch durch Alkohol nicht mehr fällbar ist.

Die an hiesiger Versuchs-Station übliche Methode zur Bestimmung des Senföles ist weniger umständlich, als die von A. SCHLICHT vorgeschlagene. Sie liefert zwar, wie SCHLICHT tadelnd bemerkt, nicht durchaus genaue Resultate, ist aber für die Zwecke der Beurteilung von Senföl liefernden Futtermitteln vollkommen geeignet und empfiehlt sich durch ihre Einfachheit. Die Verluste, welche A. SCHLICHT nach dem von mir empfohlenen Verfahren bis zu 7% des angewendeten Senföles findet, fallen so wenig ins Gewicht, dass man sie wohl vernachlässigen kann; denn die grössten Mengen aus Cruciferensamenrückständen sich entwickelnden Senföles betragen selten mehr als 1%. Wenn

---

<sup>1)</sup> LIBBIG's Annal. 199, S. 163.

man also statt der wirklich vorhandenen Menge von 1.00% in der That nur 0.93% Senföl fände, so ist der Unterschied doch so gering, dass er für die Beurteilung des betreffenden Materiales



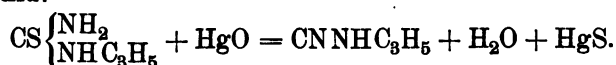
Figur 1.

belanglos sein dürfte. Das von mir vorgeschlagene Verfahren<sup>1)</sup> stellt sich in folgenden Operationen dar: 25 g der gepulverten Substanz werden in einem Kolben A (Figur 1) mit einge-

<sup>1)</sup> Landw. Vers.-Stat. 35 (1888), S. 209.



schlifffnem Stopfen, dessen zwei Röhren einesteils (a) zum Einleiten von Wasserdampf in den Brei, andererseits (b) zum Ableiten der Dämpfe in einen mittelst Kork luftdicht angeschlossenen senkrecht stehenden Kühler B mit gewundenem Kühlrohre dienen, mit 150 ccm Wasser und nötigen Falles unter Zusatz von weissem Senf verrührt, und nach einmaligem Umschütteln nach Verlauf von  $\frac{1}{2}$  Stunde wird Wasserdampf eingeleitet. Das Destillat wird in eine mit dem Kühler luftdicht verbundene Vorlage C geleitet, in welcher sich 50 ccm alkoholischen Ammoniaks befinden, mit welchem sich das Senföl zu schwer flüchtigem Thiosinnamin verbindet. Nachdem etwa 200 ccm überdestilliert sind, wird nach Abstellung des Kühlwasserzuffusses in den den Wasserdampf liefernden Kolben mittelst eines Trichterrohres Alkohol in kleinen Portionen eingetragen, bis das Kühlrohr durch den Alkoholdampf gründlich ausgespült ist. Nach zwölfstündigem Stehen in der beiderseits verschlossenen Vorlage wird der Inhalt, der vorher durch Hin- und Herneigen gut gemischt wurde, in ein geräumiges Becherglas gebracht, zum Sieden erhitzt und nach Zusatz von etwa 0.8 g frischgefällten Quecksilberoxyds noch einige Minuten im Sieden erhalten, wobei das Stossen durch fortwährendes Umrühren mit einem Glasstabe vermieden wird. Es bildet sich hierbei Sinnamin und Quecksilbersulfid:



Das Quecksilberoxyd wurde in der Weise hergestellt, dass 25 ccm einer 4%igen Quecksilberchloridlösung mit überschüssiger Kalilauge versetzt und bis zum Kochen erhitzt wurden, und gelangte mit der Fällungsflüssigkeit zur Verwendung. Das so erhaltene grossflockige Quecksilberoxyd liefert ein ebenfalls grossflockiges Quecksilbersulfid, welches sich in der Flüssigkeit schnell absetzt. Ehe die Flüssigkeit völlig erkaltet ist, werden behufs Lösung des überschüssigen Quecksilberoxydes und des durch Einwirkung von Ammoniak gebildeten Oxydimercuriammoniumhydroxydes 25 ccm einer 4%igen Cyankaliumlösung hinzugesetzt und die Flüssigkeit einige Minuten mit dem Glasstabe umgerührt. Statt des Quecksilberoxydes kann man auch 25 ccm einer Lösung von 80 g Quecksilberjodid und 60 g Jodkalium in 1 Liter gemischt mit 10 ccm 50%iger Natronlauge anwenden, die man in gut verschlossenem ERLENMEYER'schen

Kolben auf die Thiosinnaminlösung 12 Stunden lang in der Kälte einwirken lässt. Dann wird die Cyankaliumlösung hinzugesetzt und nach etwa 5 Minuten langem Erhitzen im Wasserbade auf 60° und zwölfstündigem Stehen in der Kälte filtriert. Das entstandene Schwefelquecksilber wird auf gewogenem Filter gesammelt, mit kochendem Wasser ausgewaschen und bei 100 bis 110° getrocknet und wieder gewogen. Durch Multiplikation des Gewichtes des Schwefelquecksilbers mit 0.4266 erfährt man das Gewicht des in Aktion getretenen Senföles.

Für die Bestimmung des Senföles ist die Bildung von Schwefelkohlenstoff unerheblich, da dieser mit alkoholischem Ammoniak sulfocorbaminsaures Ammonium bildet, welches seinen Schwefel beim Erwärmen mit Quecksilberoxyd und Natronlauge an das Quecksilber abgibt.

### Resultate von Senfölbestimmungen.

Die Ergebnisse einer Reihe von Senfölbestimmungen nach verschiedenen Methoden sind in Tab. XV verzeichnet.

Tabelle XV.

#### Senfölausbeute von Cruciferensämereien und deren Rückständen.

Bezeichnung des Untersuchungsmaterials.	Bemerkungen.	Senföl %	Analytiker.
Raps	—	0.05 —0.11	V. DIRCKS
„	inländische Saat	0.047	A. SCHUSTER und Dr. MECKE
„	märkisches Produkt	0.12	R. ULBRICHT
„	„	0.29	O. FÖRSTER
Winter-Raps, holländ.	—	0.114	„
„ „	VAND. BOSCH & Co. i. Goes	0.30	„
„ holsteiner	Wissinger	0.049	„
„ deutscher	bei Dahme gebaut	0.053	R. ULBRICHT
„ böhmisch.	sogen. Canada-Raps	0.116	„
Sommer-Raps	Wissinger	0.060	O. FÖRSTER
Mittel der vorigen		0.123	

## Fortsetzung von Tabelle XV.

Bezeichnung des Untersuchungsmaterials.	Bemerkungen.	Senföl %	Analytiker.
Rübsen	—	0.038	V. DIRCKS
"	inländische Saat	0.105	A. SCHUSTER und Dr. MECKE
Winter-Rübsen	westpreuss. Produkt	0.21	O. FÖRSTER
"	—	0.19	"
"	—	0.33	R. ULBRICHT
"	Wissinger	0.032	O. FÖRSTER
Sommer-Rübsen	"	0.074	"
Sommer-Rübsen mit Hederich	"	0.071	"
Mittel der vorigen		0.131	
Raps m. Rübsen gemischt	—	0.14	R. ULBRICHT
Deutsche Ölsaart	A. H. ZANDER i. Stettin	0.23	"
"	"	0.28	O. FÖRSTER
Awehl	Wissinger	0.059	"
Chines. Ölrettig	"	0.089	"
„Indischer Rübsen“	rötlich-grau, kleinkörnig	0.073	R. ULBRICHT
„Indischer Raps“	schwarz, grosskörnig	0.155	"
"	hell-rötlich-grau	0.094	"
Indische u. inländische Ölsaart gemischt	—	0.24	"
Indische u. inländische Ölsaart gemischt	A. H. ZANDER i. Stettin	0.21	A. SCHUSTER und Dr. MECKE
Indische Ölsaart	"	0.56	O. FÖRSTER
„Indischer Raps“	—	0.128	A. SCHUSTER und Dr. MECKE
Brassica glauca	—	0.571	R. ULBRICHT
"	—	0.443	"
"	—	0.453	"
"	—	1.44	O. FÖRSTER
Mittel der vorigen		0.727	
Weisser Senf	—	0.02	V. DIRCKS
"	Yorkshire	0.06	CH. PIESSE und LIONEL STANSELL
"	Cambridge	0.08	CH. PIESSE und LIONEL STANSELL
"	—	Spur	R. ULBRICHT
"	—	0.049	"
"	—	0.084	"
"	—	0.03	O. FÖRSTER
Mittel der Vorigen		0.461	

## Fortsetzung von Tabelle XV.

Bezeichnung des Untersuchungsmaterials.	Bemerkungen.	Senföl %	Analytiker.
Schwarzer Senf	—	1.15	V. DIRCKS
„	aus Kaliummyronat berechnet	0.40	C. SCRAEDLER, Technologie d. Fette
„	Cambridge	0.473	CH. PIESSE und LIONEL STANSELL
„	—	1.27	H. HASSALL
„	—	1.89	P. BIRKENWALD
„	—	0.94	R. ULBRICHT
„	—	0.75	„
„	—	1.026	„
„	—	0.803	„
„	—	0.970	„
„	—	1.80	O. FÜRSTER
Mittel der vorigen		1.043	
Sinapis juncea (?)	aus Kaliummyronat berechnet	0.15	C. SCHARDLER, Technologie d. Fette
„	Mittel aus mehreren Bestimmungen	1.70	P. BIRKENWALD
„	Kgl. Botan. Garten i. Berlin. Hies. Eigenbau	1.13	O. FÜRSTER
Sinapis arvensis	—	0.006	V. DIRCKS
„	—	0.000	R. ULBRICHT
„ (?)	—	0.97	CL. RICHARDSON. Food and food adulterants
Brassica japonica	Kgl. Botan. Garten i. Berlin. Hies. Eigenbau	1.68	O. FÜRSTER
Gelber Senf	(Yellow) Californien	1.27	CL. RICHARDSON. Food and food adulterants
„	(Yellow) England	2.06	CL. RICHARDSON. Food and food adulterants
Brauner Senf	—	1.35	CL. RICHARDSON. Food and food adulterants
„	tiefbraun (trist-brown)	0.63	CL. RICHARDSON. Food and food adulterants
Rapskuchen	—	0.15 —0.19	V. DIRCKS
Rapskuchen frei von Senf	Mittel aus 18 Best.	0.056	A. SCHLICHT
Rapskuchen schwach senfhaltig	Mittel aus 4 Best.	0.098	„
Rapskuchen stärker senfhaltig	„	0.249	„
Rapskuchen rein	—	0.045	V. DIRCKS
Rapskuchen sehr unrein	Sinapis und Raphanus enthaltend	—0.281 0.036	„

## Fortsetzung der Tabelle XV.

Bezeichnung des Untersuchungsmaterials.	Bemerkungen.	Senföl %	Analytiker.
Rapskuchen sehr unrein	Sinapis arvensis und Brassica nigra enthaltend	0.046	V. DIRCKS
Rapskuchen	Mittel von 33 Best.	Spuren	Vers.-Stat. Dahme
"	Mittel von 16 Best.	0.20	"
"	Spuren—0.25 %		"
"	Mittel von 26 Best.	0.39	"
"	0.26—0.50 %		"
"	Mittel von 30 Best.	0.62	"
"	0.51—0.75 %		"
"	Mittel von 17 Best.	0.87	"
"	0.76—1.00 %		"
"	Mittel von 5 Best.	1.08	"
"	über 1.0 %		"
"	wenig Rübsen enthaltend	0.120	V. DIRCKS
"	mit Rübsen gemengt	0.55	R. ULBRICHT
Presskuchen aus deutscher Ölseed	A. H. ZANDER i. Stettin	0.69	"
Mittel aus den vorigen		0.351	
Presskuchen aus Gemisch von indischer und inländischer Saat	—	0.69	R. ULBRICHT
Presskuchen aus weissem Senf	—	0.018	V. DIRCKS
Presskuchen aus schwarzem Senf	—	1.43	V. DIRCKS
Presskuchen aus schwarzem Senf	unter eigener Aufsicht hergestellt	0.819	R. ULBRICHT
Presskuchen aus schwarzem Senf	unter eigener Aufsicht hergestellt	0.803	"
Presskuchen aus schwarzem Senf	unter eigener Aufsicht hergestellt	0.970	"
Presskuchen aus schwarzem Senf	unter eigener Aufsicht hergestellt	1.26	"
Mittel der vorigen		1.056	
Braunes Senfmehl	Aus Kaliummyronat berechnet	0.16	EDGAR R. LEEDS und EDGAR EVERHART
Presskuchen aus Brassica glauca	—	0.77	R. ULBRICHT
Presskuchen aus Brassica glauca	—	0.82	"
Presskuchen aus Brassica glauca	—	1.016	"

Der Senfölgehalt von Raps- und Rübensämereien ist sehr verschieden, im allgemeinen aber gering. Die geringste Ausbeute liefert der weisse Senf, der sich deshalb als Zusatz bei Senfölbestimmungen in Rapskuchen eignet. Die anderen Senfarten, mit Ausnahme von Ackersenf, sind sehr ergiebig an Senföl. Bei dem schwarzen Senf ist zu bemerken, dass die von C. SCHAEDLER, sowie von CH. PIESSE und LIONEL STANSELL angegebenen Zahlen offenbar zu niedrig sind, was vielleicht in Mängeln der angewendeten Methoden begründet ist. Der Angabe C. SCHAEDLERS über den Senfölgehalt von *Sinapis juncea* liegt anscheinend eine Verwechslung mit einer anderen Sämerei zu Grunde. Auch die Angaben über Ackersenf und *Brassica glauca* sind so abweichend unter sich, dass kaum anzunehmen ist, dass die verschiedenen Analytiker wirklich Samen derselben Species untersucht haben. Die Senfölausbeute von „Rapskuchen-“proben nach innerhalb dreier Jahre hier ausgeführten Ermittlungen gestaltete sich folgendermassen:

26.0 % der Rapskuchen ergaben an Senföl	Spuren	
12.6 " " " " " "	bis 0.25 %	Mittel 0.20 %
20.5 " " " " " "	0.26—0.50 "	" 0.39 "
23.6 " " " " " "	0.51—0.75 "	" 0.62 "
13.4 " " " " " "	0.76—1.00 "	" 0.87 "
3.9 " " " " " "	über 1.00 "	" 1.08 "

Dass der Zusatz von Myrosin zu Rapskuchen für die vollkommene Gewinnung des Senföles sehr wesentlich ist, beweisen hier angestellte Versuche,<sup>1)</sup> welche mit und ohne Zusatz von weissem Senf gemacht wurden. Es ergaben:

	% Senföl	
	ohne Zusatz von weissem Senf	nach Zusatz
Rapskuchen . . . . .	0.043	0.361
" . . . . .	0.014	0.375
" . . . . .	0.043	0.396
" . . . . .	0.022	0.345
" . . . . .	0.060	0.425
" . . . . .	0.000	0.491
" . . . . .	0.026	0.542
" . . . . .	0.000	0.202
" . . . . .	0.014	0.495
" . . . . .	0.013	0.898
Presskuchen aus schwarzem Senf	0.014	0.819
" " indischem " "	0.032	1.016.

<sup>1)</sup> R. ULBRICHT, D. Landbote 1888, No. 62.

**Vermehrung der Senfölausbeute durch Erwärmen der Samen.**

In einer hiesigen Ölmühle unter Aufsicht hergestellte Presskuchen aus einem Gemenge von Raps- und Rübensamen ergaben in der fettfreien Trockensubstanz den hohen Gehalt von 0.55% Senföl; Presskuchen von „deutscher Ölsaart,“ welche durch die Firma A. H. ZANDER in Stettin bezogen waren, einen solchen von 0.69% Senföl. Da die Samen frei von Senf und ausländischen Sämereien waren, so konnte man den Schluss ziehen, dass eine hohe Senfölausbeute keineswegs ein unfehlbares Kennzeichen für Verunreinigungen mit Senfsaat ist. Vielmehr ist der Gehalt der reinen Raps- und Rübensaat an Kaliummyronat in den meisten Fällen offenbar viel höher, als er durch die nach gewöhnlichen Untersuchungsmethoden erzielte Senfölausbeute angezeigt wird. Es ist schon vorhin erwähnt worden, dass die Zersetzung des Kaliummyronats unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht in allen Cruciferensamen mit gleicher Geschwindigkeit und Vollständigkeit von statten geht. Von R. ULBRICHT,<sup>1)</sup> sowie von A. SCHUSTER und Dr. MECKE<sup>2)</sup> ausgeführten Untersuchungen ergaben die überraschende Thatsache, dass durch Erwärmen der Sämereien die Senfölausbeute in vielen Fällen erheblich erhöht wird. Auch A. SCHLICHT (a. a. O.) machte die Bemerkung, dass durch 15 Minuten langes Sieden der Rapskuchen mit Wasser das Kaliummyronat vollständiger in Lösung gebracht wird, als in der Kälte, dass demnach so behandelte Rapskuchen nach Ersatz des unwirksam gewordenen Myrosins eine höhere Ausbeute an Senföl ergab, als kalt behandelte. R. ULBRICHT (a. a. O.) hatte schon vor den von ihm veröffentlichten Versuchen gefunden, dass das Mahlgut eines Gemenges von inländischer und indischer Ölsaart, welches 0.24% Senföl ergeben hatte, nach seiner Verarbeitung zu Presskuchen nicht 0.41% Senföl lieferte, wie zu erwarten stand, da 100 Teile Mahlgut 58—59 Teile Kuchen lieferten, sondern 0.69%. Später erhielt derselbe aus einem Gemenge von Raps und Rüben von angeblich inländischer Herkunft 0.14% Senföl, aus den daraus hergestellten Kuchen dagegen 0.55%. Bei einer Ausbeute an Kuchen von 58% liessen diese nur 0.28% Senföl erwarten. Ganz ähnliche Beobachtungen machten A. SCHUSTER und Dr. MECKE.

<sup>1)</sup> D. Landbote, 14. Jahrg. 1893, No. 14.

<sup>2)</sup> Chem. Zeitg. 1892, No. 104.

Dieselben erhielten nach dem gewöhnlich üblichen Verfahren arbeitend aus:

inländischem Raps	0.047 %	Senföl,
„ Rübse	0.105 „	„
indischem Raps	0.128 „	„

Da fünf Rapskuchenproben, von denen sicher feststand, dass nur diese drei Sorten von Sämereien zu ihrer Herstellung in der Fabrik, in deren Auftrage die Untersuchungen ausgeführt wurden, verarbeitet worden waren, 0.227—0.788 % Senföl lieferten, so kamen diese Analytiker auf die Vermutung, dass bei den bisher angewandten Methoden der Senfölbestimmung im Rapsamen nicht der volle Gehalt desselben, sondern nur etwa der dritte Teil gefunden werde. Die Genannten verfahren nun systematisch und entnahmen aus dem Betriebe:

1. das Mahlgut,
2. dasselbe nach dem Erwärmen auf 70°,
3. die Vorkuchen nach der ersten Pressung,
4. die wiedergemahlene und auf 75° erwärmte Vorkuchen,
5. die fertigen Ölkuchen.

Nach Ermittlung des Gehaltes dieser Materialien an Wasser und fettem Öl wurde die Ausbeute an Senföl festgestellt. Diese betrug auf fettfreie Trockensubstanz umgerechnet:

1. beim Mahlgut 0.209 %,
2. nach dem Erwärmen desselben auf 70° 0.534 %,
3. bei den Vorkuchen 0.535 %,
4. nach dem wiederholten Erwärmen auf 75° 0.546 %,
5. bei den fertigen Kuchen 0.585 %.

Es wurde also die gegenüber der Senfölausbeute der ursprünglichen Ölsaaten nahezu dreifache Ausbeute in der Hauptsache bereits durch das Erwärmen des Mahlgutes vor der ersten Pressung erzielt. Nachdem SCHUSTER und MECKE dann auch noch in anderer Weise nachgewiesen hatten, dass die Ausbeute von Cruciferensamen durch Erwärmen derselben ganz bedeutend gesteigert wird, kamen sie zu dem Schlusse, dass Rapsamen an Senföl bildender Substanz thatsächlich annähernd das Dreifache der bisher angenommenen Menge enthält, und dass es daher falsch sei, auf Grund der Angaben, welche bisher über den Senfölgelhalt der Rapsaaten veröffentlicht sind, Rapskuchen für senfölgelhaltig zu erklären. Diese Beobachtungen, zusammen mit den bereits von ihm selbst gemachten, veranlassten R. ULBRICHT



(a. a. O.), aus selbstgewonnener, zweifellos reiner Saat Presskuchen herzustellen, um zu erfahren, ob dieselben mehr Senföl liefern würden, als das Rohmaterial. Der Genannte verfuhr zur Bestimmung des Senföls nach der oben beschriebenen, hier üblichen Methode unter Anwendung einer Jodkalium-Jodquecksilberlösung. Diese Versuche ergaben folgende Resultate:

I. Weisser Senf.

1. Ohne Erwärmen des Pulvers Spur Senföl.
2. Nach halbstündigem Erwärmen auf  $70^{\circ}$  im trockenen, geschlossenen Kolben  $0.052\%$  Senföl.

II. Winter-Raps, 1892 in der Nähe von Dahme erbaut.

1. Ohne Erwärmen  $0.053\%$  Senföl.
2. Nach halbstündigem Erwärmen wie bei I 2. ohne Umschütteln  $0.126\%$ .
3. Ebenso, aber während des Erwärmens sechsmal umgeschüttelt  $0.161\%$ .

III. Mahlgut aus dem vorigen, trocken und fettfrei gedacht.

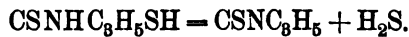
1. Nicht erwärmt  $0.123\%$  Senföl.
2. Dasselbe nach dem Ansetzen mit Wasser und Rösten in der Ölmühle bei bis  $95^{\circ}$  nach Zusatz von weissem Senf  $0.347\%$ .

IV. Kuchen aus dem vorigen, trocken und fettfrei gedacht, nach Zusatz von weissem Senf  $0.345\%$  Senföl.

Diese Versuche ergaben zur Genüge, dass die Senfölausbeute aus gemahlenden Samen von Cruciferen nach dem Erhitzen in der That eine bedeutend höhere ist, als die nicht erhitzten Mahlgutes. Da nun in den Ölfabriken das Mahlgut vor dem Pressen stets auf mindestens  $70^{\circ}$  erhitzt wird, so müssen auch die erhaltenen Kuchen bei geeigneter Behandlung weit mehr Senföl liefern, als der Ausbeute nicht erhitzter Ölsaats hieran entspricht. Auf Grund dieser Versuchsergebnisse sprach R. ULBRICHT die Ansicht aus, dass Rapskuchen, welche mehr als  $0.5\%$  Senföl liefern, im übrigen aber als rein und fehlerfrei sich erwiesen haben, nicht mehr beanstandet werden dürfen.

Für die Steigerung der Senfölausbeute durch Erhitzen der Sämereien lassen sich drei Erklärungen geben. Entweder enthalten die Cruciferensamen ausser dem Kaliummyronat noch andere Körper, welche infolge ihrer Zersetzung bei der zur Öl-

gewinnung erforderlichen Behandlung des Mahlgutes Stoffe liefern, die unter dem Einflusse von Myrosin, Wasser und Wärme in gleicher oder ähnlicher Weise Senföl ausgeben, wie dieses beim Kaliummyronat der Fall ist, oder das Myrosin, welches nach W. J. SMITH<sup>1)</sup> für alle Cruciferensamen dasselbe sein soll, wird erst bei jenen Manipulationen wirksam oder, was kaum anzunehmen ist, in grösseren Mengen gebildet. Beide Möglichkeiten berücksichtigt R. ULBRICHT in seiner oben erwähnten Mitteilung. Die erste Annahme widerspricht nicht durchaus der Wahrscheinlichkeit, da wir in der That in der Allyldithiocarbaminsäure  $\text{CS}(\text{NHC}_3\text{H}_5)\text{SH}$  einen Körper kennen, der durch Zersetzung Senföl liefert nach dem Schema



Das thatsächlich beobachtete Auftreten von Schwefelwasserstoff bei der Senföilentwicklung könnte unter anderem auch seinen Grund in dieser Zersetzung haben. Der zweiten Annahme steht die von anderer Seite geäusserte Behauptung gegenüber, dass das Myrosin seine Wirksamkeit schon durch Erwärmen auf 70° einbüsst. Allerdings ist ja festgestellt worden, dass Erwärmen bis zu dieser Temperaturgrenze die Wirksamkeit des Myrosins erhöht, eine Thatsache, die sich durch Spaltung dieses Körpers beim Erhitzen in einen wirksamen und einen unwirksamen Bestandteil, wie ihn A. SCHLICHT<sup>2)</sup> auf anderem Wege beobachten konnte, erklären lässt. Die Wirksamkeit des Myrosins scheint erst bei einer über 75° liegenden Temperatur aufzuhören. Da A. SCHUSTER und Dr. MECKE, wie letzterer Herr mir mitzuteilen die Güte hatte, bei ihren Operationen weder Myrosin noch solches enthaltende frische Samen vor der Destillation zugesetzt haben, so liegt es ausser allem Zweifel, dass das Myrosin bei 75° seine Wirksamkeit noch nicht einbüsst; bei welcher Temperatur dieses aber geschieht, ist demnach noch unentschieden.

Eine dritte Ansicht über den Einfluss des Erwärmens der Samen auf die Senfölausbeute, die von A. SCHLICHT angeregt wurde und der ich mich anschliessen möchte, geht dahin, dass durch Erwärmen schleimige, das Eindringen der Myrosinlösung hemmende Stoffe teils, wie die Eiweisskörper, coaguliert,

<sup>1)</sup> Ztschr. f. Physiologie Bd. 12, S. 419.

<sup>2)</sup> Landw. Vers.-Stat. 41 (1892), S. 175.

teils in lösliche Form gebracht werden, so dass das Zellengewebe nach dem Erwärmen durchlässiger geworden ist und die ganze Menge des vorhandenen Kaliummyronats der Zersetzung erschlossen wird.

Tabelle XVI.

Erhöhung der Senfölausbeute von Cruciferensämereien durch Erhitzen in Prozenten der fettfreien Trockensubstanz.

Bezeichnung der Sämereien.	Herkunft der Sämereien.	Senfölausbeute %			Analytiker.	
		in frischem Zustande	nach halbstündigem Erhitzen auf			
			50°	70°	100°	
Weisser Senf	—	8 <sup>per</sup>	—	0.05	—	R. ULBRICHT
	—	0.03	—	0.00	—	O. FÖRSTER
Winter-Rübsen	Westpreussen	0.21	—	0.25	—	"
"	—	0.19	—	0.20	—	"
"	—	0.33	—	—	0.45	R. ULBRICHT
Ölkuchen aus dem vorigen Raps	—	—	—	—	0.45	"
	Mark Brandenburg	0.29	—	0.34	—	O. FÖRSTER
Ölkuchen " aus dem vorigen	"	0.12	—	—	0.35	R. ULBRICHT
	"	—	—	—	0.35	"
Holländischer Raps	VAN DEN BOSCH & Co. in Goes	0.30	0.35	0.36	0.37	O. FÖRSTER
Deutsche Ölsaart	A. H. ZANDER in Stettin	0.28	—	0.29	—	"
Indische Ölsaart	"	0.56	—	0.77	1.08	"
Gemisch inländischer und indischer Ölsaart	"	0.21	—	0.54	—	A. SCHUSTER und Dr. MECKE
Ölkuchen aus obigem Gemisch	"	—	—	0.59	—	"
Brassica glauca	—	1.44	—	1.42	—	O. FÖRSTER
Brassica japonica	Kgl. Botan. Garten Berlin, Eigenbau	1.68	—	1.89	—	"
Sinapis juncea	"	1.13	—	1.19	—	"
Schwarzer Senf	—	1.80	—	1.77	—	"

Tabelle XVI enthält die Ergebnisse einschlägiger Ermittlungen, aus denen zu ersehen ist, dass eine Steigerung der Senfölausbeute durch Erwärmen bei Raps und Rübsen sowie bei indischer Ölsaart beobachtet werden konnte, während bei weissem, schwarzem und Sarepta-Senf sowie bei Brassica glauca und japonica kaum ein nennenswerter Unterschied besteht. Ferner ist, wenigstens bei indischer Ölsaart, noch eine Steigerung der

Ausbeute zwischen 70 und 100° deutlich bemerkbar, anscheinend auch bei (holländischem) Raps.

### Physiologische Wirkung des Senföl liefernden Futters.

Die Frage, ob die Zersetzung des Kaliummyronats in den Verdauungsorganen auch nach Abtötung des Myrosins erfolgt, ist noch eine offene, obwohl die Analogie des Amygdalins, welches sich in gleichem Falle auch ohne Emulsin spaltet, für deren Bejahung spricht. Solange die nur durch exakte Versuche zu erlangende Kenntnis von der Wirkung des myronsauren Kaliums im tierischen Organismus überhaupt, und von den Grenzen, innerhalb deren es ohne Schädigung der Gesundheit angewandt werden kann, uns fehlt, solange wird man sich nur in Vermutungen bewegen können, wieweil uns die Resultate einer Reihe von Fütterungsversuchen vorliegen, welche die schädliche Wirkung Senföl bildender Cruciferenrückstände allerdings über allen Zweifel zu heben scheinen. Auch die Behauptung, dass derartige Futtermittel zufolge ihres scharfen Geschmackes in rohem Zustande den Tieren zuwider sein sollen, beruht doch auch wohl lediglich auf Vermutung. Man wird die Tiere, wie an die meisten derartigen Kraftfuttermittel, so auch an diese allmählich und mit Vorsicht ihres fremdartigen Geschmackes wegen gewöhnen müssen.

Was die allgemeinen Erkrankungserscheinungen anbelangt, die man auf die Verfütterung Senföl bildender Rückstände zurückführt, so äussern sich dieselben in Durchfall, Verkalben, Koliken, Fieber. Oft sollen die beobachteten Erscheinungen schon nach einer halben Stunde eintreten. Selbst die Verfütterung reiner Raps- und Rübsenkuchen in grösseren Mengen soll besonders für tragende, milchende und Saugkälber ernährende Kühe nicht unbedenklich sein und auch bei den Saugkälbern bedenkliche Gesundheitsstörungen zur Folge haben. Sogar an Todesfällen hat man der Verfütterung gewisser Rapskuchensorten die Schuld gegeben. Schafe sollen weniger empfindlich sein als Rindvieh. Sehr viel schädlicher wirken natürlich senfhaltige Rückstände oder gar solche, die aus reinem Senf bestehen; sogar sogen. „Senftreber“ erwiesen sich als schädlich. Eine Kuh starb, wie E. Pott mitteilt, 29 Stunden nach dem Genusse von Senftrebern infolge von Pansenent-

<sup>1)</sup> POTT, a. a. O.

zündung und Psalterverstopfung. DAMMAN<sup>1)</sup> berichtet über einen Erkrankungsfall von Kühen nach Verabreichung von 3 Pfund Senfkuchen täglich. Die Tiere, die sich anfangs ganz wohl befanden, viele und gute Milch gegeben hatten, begannen später abzumagern und erkrankten an Blähungen, Durchfall und Verstopfung; zwei Tiere gingen sogar mit Tode ab. PRIETSCH stellte bei 9 Kühen Versuche mit Senftrebern an, die mit Wasser in Suppenform verrührt wurden, wobei sich Senföl entwickelte. Schon nach einer halben Stunde stellten sich Unruhe, Kolikanfälle und Fieber bei den Tieren ein; ein Tier starb nach 9 Stunden an Pansenentzündung. R. ULBRICHT<sup>1)</sup> hat hier in zwei Jahren mehrere Fütterungsversuche mit senfhaltigem Futter ausgeführt, worüber folgendes zu berichten ist. Die ersten Fütterungsversuche wurden mit ausgewerzten Mutterschafen ausgeführt und am 13. Dezember 1887 mit je 2 Tieren in 2 Abteilungen begonnen. Die erste Abteilung wog am genannten Tage 80.50 kg, die zweite Abteilung 80.75 kg.

### I. Versuche mit Schafen.

1. Versuch. Fütterung mit indischem Senf und Hamburger indischem Raps und Rübsen.

Die Tiere jeder Abteilung erhielten täglich:

vom 15. bis 23. Dzbr. vom 24. Dzbr. bis 27. Jan.

Haferstroh . . .	805 g	644 g
Wiesenheu . . .	966 „	966 „
Runkelrüben . .	2415 „	3220 „

Daneben wurden folgende Mengen Erdnussmehl und der gemahlene Ölsamen zusammen mit den erwähnten Futterbestandteilen gut gemischt den Tieren vorgelegt:

	Beifutter g		Gewicht der Tiere am Ende der Versuchsperioden kg	
	Abteil. I	Abteil. II	Abteil. I	Abteil. II
17.—23. Dezbr. einschliesslich	Erdnussmehl .	143	121	
	Ind. Senf . .	50	—	74.0
	„ Rübsen . .	—	96	72.0
24.—30. Dezbr. einschliesslich	Erdnussmehl .	201	201	
	Ind. Senf . .	94	—	76.0
	„ Raps . . .	—	120	74.5
31. Dez.—6. Jan. einschliesslich	Erdnussmehl .	251	251	
	Ind. Senf . .	94	—	79.0
	„ Raps . . .	—	120	77.0

<sup>1)</sup> Der Landbote 1888, IX, No. 62, S. 542, auch Centr.-Bl. f. Agrik. 1890, XIX, S. 54, auch Jahresber. f. Agrik.-Chem. 1889, S. 621.

	Beifutter g		Gewicht der Tiere am Ende der Versuchsperioden kg	
	Abteil. I	Abteil. II	Abteil. I	Abteil. II
7.—13. Januar einschliesslich	Erdnussmehl . . .	251	—	—
	Ind. Senf . . .	110	—	—
	„ Raps . . .	—	135	—
14.—18. Januar einschliesslich	Erdnussmehl . . .	251	75.0	73.5
	Ind. Senf . . .	125	(am 16. Januar)	
	„ Raps . . .	—	150	
19.—27. Januar einschliesslich	Erdnussmehl . . .	300	77.5	78.25
	Ind. Senf . . .	—	—	—
	„ Raps . . .	—	—	—

Am Anfang verzehrten die Tiere das Futter ohne Rückstand und blieben auch im weiteren Verlauf der Versuchsdauer bis zum Schlusse gesund. Das einzige, woraus auf eine nachteilige Wirkung der verfütterten indischen Saat auf den Tierkörper geschlossen werden könnte, ist die mangelhafte Zunahme an Lebendgewicht.

2. Versuch. Fütterung mit schwarzem Senf und Presskuchen aus schwarzem Senf.

Die Schafe erhielten den Senf und die Senfkuchen in fein zerkleinertem Zustande, daneben Erdnussmehl, alle drei Futterstoffe mit den Rüben gut gemischt. Vom Rauhfutter und den Rüben wurde den Tieren jeder Abteilung täglich vorgelegt:

	vom 28. Jan. bis 10. Febr.	vom 11. Febr. bis 1. März	vom 2.—8. März	vom 9. März bis 20. April
Haferstroh . . .	644 g	320 g	320 g	— g
Heu . . . . .	966 „	1280 „	1440 „	1440 „
Runkelrüben . .	3220 „	3200 „	3200 „	4800 „

Die verzehrten Beifuttermengen und das Lebendgewicht der Tiere waren folgende:

	Erdnussmehl g		Senfmehl g		Senfkuchen g		Lebendgewicht kg	
	Abt. 1	Abt. 2	Abt. 1	Abt. 2	Abt. 1	Abt. 2	Abt. 1	Abt. 2
Am 28. u. 29. Jan. . .	290	200	18	—	—	133	—	—
„ 30. Jan. u. 2. Febr.	280	150	36	—	—	200	—	—
Vom 3. Febr. bis 10. Febr.	270	150	54	—	—	200	75.0	74.5
„ 11. „ „ 20. „	265	150	63	—	—	200	77.5	76.0
„ 21. „ „ 27. „	255	150	81	—	—	200	77.5	76.5
„ 28. „ „ 1. März	245	150	99	—	—	200	—	—
„ 2. März „ 8. „	360	360	—	—	—	—	78.0	77.0
„ 9. „ „ 15. „	360	300	—	108	—	—	—	—
„ 16. „ „ 22. „	360	280	—	144	—	—	81.0	79.5
„ 23. „ „ 30. „	360	260	—	180	—	—	—	—
„ 31. „ „ 6. Apr.	360	230	—	234	—	—	79.0	79.0
„ 7. Apr. „ 9. „	260	360	180	—	—	—	—	—
„ 10. „ „ 13. „	360	460	180	—	—	—	—	—
„ 14. „ „ 20. „	330	460	234	—	—	—	73.0	77.0

Aus dieser Versuchsreihe geht mit Sicherheit hervor, dass selbst grosse Mengen schwarzen Senfs und des daraus bereiteten Ölkuchens von Schafen ohne Schaden für die Gesundheit wochenlang verzehrt werden können.

3. und 4. Versuch. Von jetzt ab sollte das Beifutter, Erdnussmehl, Kleie und gepulverter Senfsamen, als kalter Trank gegeben werden. Die Tiere liessen aber, augenscheinlich des starken Senfölgengeruchs wegen, so grosse Mengen davon übrig, dass schon nach drei Tagen wieder zur Trockenfütterung übergegangen werden musste. Die Tiere der ersten Abteilung erhielten vom 24. April bis 3. Mai täglich neben 1440 g Heu und 4800 g Runkelrüben 360 g Erdnussmehl, die Tiere der zweiten Abteilung aber neben den gleichen Mengen Heu und Rüben 200 g Erdnussmehl und 288 g gepulverten schwarzen Senf. Es wogen am 3. Mai die Schafe der ersten Abteilung 74.5 kg, die der zweiten 77.5 kg. Sie waren allem Anschein nach bis zum Schlusse der acht Wochen dauernden Versuche gesund.

## II. Versuch mit einem Bullkalbe.

Auf die Versuche mit Schafen folgte ein solcher mit einem Bullkalbe von 185 kg Gewicht. Das Futter bestand aus

Heu . . . . .	2775 g.
Runkelrüben . . . . .	1850 „
Leinkuchen . . . . .	555—222 „
Hafer gequetscht . . . . .	925 „
Roggenkleie . . . . .	465 „
schwarzem Senf gepulvert .	148—444 „

Im Laufe des Vormittags erhielt das Tier das Gemenge von Rübenschnittlingen, Leinkuchenmehl und gepulvertem Senf mit 0.803 und 0.970% Senfölausbeute und während des Nachmittags einen aus dem gepulverten Hafer, der Kleie und etwa 8 l kalten Wassers bereiteten Trank.

Die täglich vorgelegte Menge Leinmehl und Senfmehl betrug in den verschiedenen Versuchs-Abschnitten:

	Leinmehl	Senfmehl
Vom 31. März bis 6. April . . .	444.0 g	184 g
„ 7. April „ 13. „ . . .	388.5 „	222 „
„ 14. „ „ 20. „ . . .	333.0 „	296 „
„ 21. „ „ 28. „ . . .	277.5 „	370 „
„ 29. „ „ 3. Mai . . .	222.0 „	444 „

Das Gewicht des Tieres betrug am 3. Mai 213 kg. Dieses blieb während der Versuche und später gesund, obwohl es seit dem 21. April täglich 370—444 g schwarzen Senf verzehrte, aus denen sich 3.6—4.3 g Senföl entwickeln konnten.

Obwohl durch diese Versuche eine direkt schädliche Wirkung viel Senföl entwickelnder Futterstoffe nicht erwiesen wurde, so mahnt R. ULBRICHT doch zur Vorsicht und giebt den Rat, Ölkuchen, zu denen bei der Gewinnung indischer und schwarzer Senf verwendet wurden, zurückzuweisen. Sie seien erstens keine reinen Rapskuchen, und der in ihnen in Form von Kaliummyronat enthaltene Stickstoff sei für die Tierernährung wertlos; weiterhin stehe aber die Entscheidung noch aus, ob derartige Kuchen nicht doch vielleicht der Kuh, besonders kurz vor dem Kalben, und dem Saugkalbe gefährlich werden können, und welchen Einfluss sie auf Beschaffenheit und Menge von Milch und Butter haben. Wer aber senfhaltige Kuchen verfüttert, solle wenigstens die Vorsicht gebrauchen, mit dieser Fütterung sofort auszusetzen, sobald Durchfall eintrete oder andere Krankheiterscheinungen wahrgenommen werden.

Zur Entscheidung der erwähnten Frage stellte R. ULBRICHT<sup>1)</sup> im Jahre 1889 die geplanten Fütterungsversuche mit hochtragenden und frisch milchenden Kühen an.

### III. Versuche mit hochtragenden und neumilchenden Kühen.

1. Versuch. Es wurde an zwei Kühe gestampfter schwarzer Senf verfüttert. Am 28. Januar betrug das Gewicht der Kuh No. 1:490 kg, No. 2:615 kg. Das Abkalben erfolgte bei No. 1 am 6. Febr., bei No. 2 am 9. Februar. Das Futter sollte mit Rücksicht auf den Trächtigkeitzzustand der Tiere bis zum Abkalben für 1000 kg Lebendgewicht bestehen aus:

5	kg	Heu mittlerer Güte,
4	„	Haferstroh,
50	„	Futterrüben,
0.5	„	Erdnusskuchen,
1	„	Baumwollsamemehl.

Hiervon sollten aber die Erdnusskuchen ganz und ausserdem 0.3 kg des Baumwollsamemehles durch die um ein Drittel grössere Menge, also durch 1.067 kg gestampften Senfsamens er-

<sup>1)</sup> Der Landbote 1889, No. 64, S. 543; auch Jahresber. Agrik.-Chem. 1889, S. 624.



setzt werden. Dementsprechend hätten die Tiere zunächst erhalten sollen:

	No. 1	No. 2
Heu . . . . .	2 450 g	3 075 g
Haferstroh . . . . .	1 960 „	2 460 „
Futterrüben . . . . .	24 500 „	30 750 „
Schwarzen Senf . . . . .	523 „	656 „
Baumwollsamemehl . . . . .	343 „	431 „

Infolge eines Missverständnisses aber erhielten die Tiere an den ersten sechs Tagen nur die Hälfte der Rüben und erst von da ab die ganze Rübenmenge.

Nach dem Abkalben sollte die Futtermenge derart gesteigert werden, dass auf 1000 kg anfängliches Lebendgewicht entfielen:

5	kg Heu,
8	„ Haferstroh,
50	„ Futterrüben,
1.33	„ gestampfter Senf,
3	„ Baumwollsamemehl.

Weil aber No. 2 nach dem Abkalben an der bisherigen Futtermenge völlig genug hatte, so wurde hier die Menge des Haferstrohs unverändert gelassen. Es erhielt demnach täglich:

	No. 1	No. 2
Heu . . . . .	2 450 g	3 075 g
Haferstroh . . . . .	3 920 „	2 460 „
Futterrüben . . . . .	24 500 „	30 750 „
Schwarzen Senf . . . . .	653 „	820 „
Baumwollsamemehl . . . . .	1 470 „	1 845 „

Der vom 4. bis 14. Febr. verfütterte schwarze Senf lieferte 0.94<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, der vom 14. Febr. ab verfütterte 0.75<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Senföl.

Kuh No. 1 war bis zum Abbruch des Versuchs am 16. Febr. mittags stets gesund, bei guter Fresslust und guter Verdauung, wie aus der Beschaffenheit des Kotes ersichtlich war. Dagegen erkrankte das Kalb dieser Kuh am 10. Febr. an starkem Durchfall mit gelblichem Mistabgang von schleimiger, zum Teil wässriger Beschaffenheit. Durch Behandlung mit Opiumtinktur wurde der Durchfall alsbald beseitigt. Am 16. Febr. wog die Kuh 515 kg, das Kalb 43.5 kg.

Das Kalb der Kuh No. 2 starb in der Nacht vom 10. zum 11. Febr., nachdem es in den letzten Stunden vorher schon Anzeichen grosser Schwäche gezeigt hatte. Sein Gewicht betrug 33 kg. Die Sektion ergab folgendes: Alle Organe beider Hauptkörperhöhlen waren stark mit dunklem Blute angefüllt. Beide

Herzkammern enthielten starke Blutgerinnsel. Ausserdem fanden sich auf der Schleimhaut des grössten Teils des Dünndarmes, des Mastdarmstückes des Grimmdarmes und des Mastdarmes selbst, welcher auch bedeutende Massen von Darmpech angehäuft enthielt, die Erscheinungen der Entzündung. Hieraus war zu schliessen, dass das Tier infolge allgemeiner Blutkongestion nach den wichtigsten Organen, namentlich nach Lunge und Leber, sowie infolge entzündlicher Reizung, insbesondere des Dünndarmes, verendet war. Dieser Reizungszustand war weniger von dünnflüssigen, als vielmehr von festen Kotmassen herzuleiten.

Das Muttertier No. 2 war seit dem Abkalben weniger munter, zeigte geringere Fresslust und gab dementsprechend wenig Milch, indes der Mist normal war. Am 12. Februar erhielt die Kuh ein zwei Tage altes Kalb, welches am 14. durch ein anderes Saugkalb ersetzt wurde. Vom 14. bis 25. Februar frass No. 2 ausgezeichnet und befand sich samt dem Kalbe völlig wohl, wog aber nach Beendigung des Versuches nur noch 485 kg.

Der Umstand, dass Kuh No. 2 von Beginn des Versuches an einen mässigen Appetit hatte, der ausserordentlich grosse Körpergewichtsverlust dieses Tieres und der Sektionsbefund am Kalbe dieser Kuh liessen R. ULBRICHT vermuten, dass die Fütterung mit schwarzem Senf nicht direkt die Ursache des Todes dieses Tieres war, obwohl ein ursächlicher Zusammenhang nicht ausgeschlossen werden könne. Auch der Durchfall des Kalbes No. 1 müsse nicht notwendigerweise der Fütterung mit schwarzem Senf zur Last gelegt werden, da Durchfälle bei Kälbern ja ziemlich häufig vorkämen. Die Frage, ob ein Futterstoff, welcher schon in Berührung mit Speichel oder dem Vegetationswasser der Kühe oder dem Wasser des Inhaltes des Verdauungskanals Senföl entwickelt, hochtragenden Kühen und ihren Kälbern schädlich werden kann, hat durch diese beiden Versuche keine entscheidende Beantwortung erfahren. Nach den Ergebnissen der beiden ersten Versuche war zu erwarten, dass die Verfütterung von Ölkuchen, welche wohl myronsaures Kalium enthalten, aber im Verdauungskanal kein Senföl entwickeln, auch hochtragenden Kühen und ihren Kälbern nicht schädlich sein würden. Die Ergebnisse eines dritten Versuches bestätigten die Richtigkeit dieser Voraussetzung.

2. Versuch. Eine Kuh, welche erst am 17. März abkalbte, wurde am 25. Februar mit einem Lebendgewicht von

705 kg zum Versuch aufgestellt. An Futter wurde dem Tiere täglich vorgelegt

Heu . . . . .	3 525 g.
Haferstroh . . . . .	2 820 „
Futterrüben . . . . .	35 250 „

Daneben erhielt es bis zum 10. März 529 g Baumwollsamemehl und 705 g Kuchen aus indischem Senf an Stelle von 352.5 g Erdnusskuchen und 176 g Baumwollsamemehl, in der Zeit vom 10. bis 24. an Stelle der Kuchen aus indischem Senf 705 g Kuchen aus schwarzem Senf.

Das ganz gesunde Tier stand in dem Versuchsraume allein, durch einen hohen Verschlag von Absatzkälbern getrennt. Infolgedessen liess die Kuh bis zum 28. Februar ziemlich beträchtliche Futterreste, welche sich aber von da ab rasch verminderten, so dass am 3. März höchstens noch eine Kleinigkeit Stroh in der Raufe blieb.

Obwohl die selbstbereiteten Kuchen aus indischem Senf 0.77 ‰, aus schwarzem 1.26 ‰ Senföl lieferten und das Tier von beiden grosse Mengen verzehrte, blieb es bis zum Abkalben völlig gesund.

Nach dem am 17. März erfolgten Abkalben aber war die Fresslust wieder derart vermindert, dass selbst von den Rüben, mit denen die gestampften Ölkuchen abgemengt wurden, grosse Mengen übrig blieben. Um das Muttertier nun ausreichend mit Nahrung zu versorgen, erhielt es vom 19. bis 22. zu jeder Mahlzeit 6 l Magermilch. Bereits am 21. trat Fresslust ein, die so rege wurde, dass keine Futterreste mehr blieben und die Milch dem Tiere entzogen werden konnte.

Dasselbe erhielt nun vom 24. bis zum 29. neben den oben angegebenen Rübenmengen 940 g Kuchen aus schwarzem Senf an Stelle von 705 g Erdnusskuchen und 2115 g Baumwollsamemehl.

Dieses Futter wurde bis zum Schlusse des Versuches ohne Rückstand verzehrt.

Weder Kuh noch Kalb zeigten vom Tage des Kalbens an bis zum Ende des Versuches, abgesehen von der verminderten Fresslust, irgend welche Merkmale von Unwohlsein und gaben stets einen durchaus normalen Mist. Am Schlusse des Versuches wog die Kuh 610 kg, das Kalb 51 kg.

Aus diesem Versuche ergibt sich die Thatsache, dass warm gepresste Ölkuchen, welche selbst grosse Mengen von Kaliummyronat enthalten und durch Einwirkung von aktivem Myrosin Senföl entwickeln, im übrigen aber gesund sind, selbst hochtragenden Kühen und Saugkälbern nicht unbedingt schädlich sind; dass sie es nicht in anderen Fällen sein können, ist damit freilich keineswegs bewiesen. Da die für diese Versuche verwendeten Presskuchen in kleinerem Betriebe hergestellt waren, in dem das Erwärmen des Mahlgutes über direkter Feuerung geschah, so ist es gar nicht unwahrscheinlich, dass die Temperaturgrenze, innerhalb welcher das Myrosin seine Wirksamkeit beibehält, überschritten wurde. Da andererseits eine Zersetzung des Kaliummyronats durch die Verdauungssäfte allein in Abwesenheit von Myrosin noch nicht erwiesen ist, so bleibt die Möglichkeit bestehen, dass in grösserem Betriebe hergestellte „Rapskuchen“ mit hohem Myronatgehalte, deren Myrosin nicht durch Überhitzen zersetzt wurde, nicht unbedingt ohne Schaden für die Gesundheit der Tiere verfüttert werden können.

R. ULBRICHT<sup>1)</sup> berichtet nach seinen Versuchen über zwei Fälle, in denen durch Verfütterung von senfölrreichen Rapskuchen, darunter einer mit 1.03 % Senfölausbeute, die Gesundheit der Tiere in hohem Grade geschädigt wurde. Auch EMMERLING<sup>2)</sup> teilt einen Fall schädlicher, ja sogar tödlicher Wirkung von Kuchen aus Sarepta-Senf mit.

Die Ansichten über die schädliche Wirkung Myronsäure enthaltender Futterstoffe sind immer noch sehr geteilt, schienen sich aber vor einigen Jahren sehr einer günstigeren Beurteilung zuzuwenden. Während indische Ölsaaten früher für entschieden schädlich gehalten wurde, sprach sich R. ULBRICHT<sup>3)</sup> über die Verwendung von indischem Raps und Rüben sowie auch über schwarzen Senf — wenn warm gepresst — nicht ungünstig aus. Auch HOFFMEISTER<sup>4)</sup> ist der Ansicht, dass Beimengungen fremdländischer und speciell indischer Saaten in Bezug auf die beobachteten Krankheitserscheinungen bedeutungslos seien. AD. MAYER<sup>5)</sup> erblickt ebenfalls nicht im Senfölgehalte die Ur-

<sup>1)</sup> Der Landbote 1890, S. 535.

<sup>2)</sup> Der Landbote 1892, No. 42, S. 374.

<sup>3)</sup> Landw. Vers.-Stat. 37 (1890), S. 45.

<sup>4)</sup> Ebenda.

<sup>5)</sup> Ebenda.

sache für die schädliche Wirkung gewisser Rapskuchen. Die Erfahrung habe gezeigt, dass indische Samen zuweilen giftig wirken, zuweilen unschädlich seien. Der Grund sei vielmehr in der mehr oder weniger weit vorgeschrittenen Verderbenheit dieses Futtermaterials zu suchen. Unter Umständen können auch Pilze, welche Träger von Pflanzenkrankheiten sind, den Tieren beim Genusse solcher Futtermittel gefährlich werden.

Da gleichwohl fortdauernd immer von neuem über schädliche Wirkung von Rapskuchen Klage geführt wird, da ferner bei den bezüglichen hier untersuchten Proben in neuerer Zeit eine starke Senfölenentwicklung auch ohne Zusatz von weissem Senf beobachtet werden konnte,<sup>1)</sup> so möchte ich der Ansicht zuneigen, dass Ölkuchen, deren Myrosin durch das Erhitzen des Mahlgutes vor der Pressung wirkungslos geworden ist, ohne Schaden verfüttert werden können, während solche, deren Myrosin seine Wirksamkeit behielt, schädlich wirken können.

Wenn diese Ansicht richtig ist, was ja durch exakte Fütterungsversuche leicht erwiesen werden könnte, so wäre es ratsam, das Erhitzen des Mahlgutes vor der Pressung über eine allerdings noch festzustellende Temperaturgrenze zu treiben, bei welcher das Myrosin unfehlbar wirkungslos wird. Die wenigstens in den grösseren Betrieben jetzt übliche Temperatur von 70—75° reicht, wie schon erwähnt, nicht aus, um das Myrosin seiner Wirksamkeit zu berauben.

### **Verfahren, um Senfölen bildende Futtermittel unschädlich zu machen.**

Um die schädliche Wirkung von Senfölen entwickelnden Futterstoffen aufzuheben oder doch auf ein Mindestmass herabzusetzen, werden der Hauptsache nach zwei Verfahren empfohlen: die Trockenfütterung und das Kochen oder Dämpfen der Futtermittel. Die Trockenfütterung befürworten u. a. A. REPK,<sup>2)</sup> SCHNEIDER<sup>3)</sup> und R. ULBRICHT. Nach SCHNEIDER seien Schädigungen bei der Trockenfütterung nicht zu befürchten. HALLENKE<sup>4)</sup> macht dagegen geltend, dass sich Krankheitserscheinungen gleichwohl auch bei der Trockenfütterung gezeigt hätten. A. REPK

<sup>1)</sup> Der Landbote 1898, S. 132.

<sup>2)</sup> Der Landbote 1890, S. 464.

<sup>3)</sup> Landw. Vers.-Stat. 31 (1890), S. 45.

<sup>4)</sup> Ebenda.

empfiehlt, die Kuchen mittelst Ölkuchenbrecher ziemlich grob zerkleinert dem Hauptfutter beizumischen. Der Bildung von Senföl würde so wenigstens kein Vorschub geleistet. R. ULBRICHT<sup>1)</sup> empfiehlt, „Rapskuchen, welche mehr als 0.5 % Senföl liefern, niemals als Trank, sondern nur trocken als Schrot z. B. mit Rüben u. s. w. abgemengt und nur an solche Tiere zu verfüttern, welche nicht hochtragend sind und keine säugenden Jungen haben. Auch HAUBNER<sup>2)</sup> rät zur Trockenfütterung; da sich aber nachträglich im Magen Senföl bilden könne, so sei ausser dem Zerkleinern noch Kochen geraten. Die Möglichkeit der nachträglichen Entwicklung des Senföles im Magen oder Darm ist ein Umstand, der meines Erachtens allerdings alle Berücksichtigung verdient. Der Speichel und die Verdauungssäfte dürften wohl übergengügend Feuchtigkeit enthalten, um, die Anwesenheit wirksamen Myrosins vorausgesetzt, die Zersetzung des Kaliummyronats zu bewirken, wenn sie diese Fähigkeit nicht schon, wie dem Amygdalin gegenüber, an sich besitzen.

Das Kochen und Dämpfen senfhaltiger Futtermittel wird von E. PORR a. a. O. empfohlen. Die Extraktionsmehle, welche das Dämpfen bereits durchgemacht haben, wären demnach weniger bedenklich, als die Presskuchen, da die zur Vertreibung des Schwefelkohlenstoffs angewandten heissen Wasserdämpfe den grössten Teil des Senföls verflüchtigt haben sollten. Freilich würde diese Annahme nur dann zutreffen, wenn das Myrosin durch die Temperatur der Wasserdämpfe seine Wirksamkeit nicht verliert, was einstweilen noch dahin stehen muss, aber nicht wahrscheinlich ist. Ist dieses aber nicht der Fall, so wird mit der Möglichkeit einer nachträglichen Senföilentwicklung gerechnet werden müssen. Das Kochen und Dämpfen wird voraussichtlich seine Wirkung nur dann nicht verfehlen,

1. wenn die Rückstände noch wirksames Myrosin enthalten oder für fehlendes Ersatz geleistet wurde,
2. wenn unter dieser Voraussetzung die Masse einige Zeit mit Wasser bei einer Temperatur in Berührung blieb, bei welcher das Myrosin nicht leidet.

E. PORR empfiehlt schwarzen Senf oder Futtermittel, welche grosse Mengen davon enthalten, ganz von der Verfütterung aus-

1) Der Landbote 1890, S. 535.

2) Bei PORR, Die landw. Futtermittel.

zuschliessen, da es sehr fraglich sei, ob derselbe durch blosses Kochen oder Dämpfen in einen Zustand versetzt werden könne, dass er ohne nachteilige Folgen verfütterbar sei, weil er nämlich ausser Senföl wahrscheinlich noch einen anderen schädlichen Stoff (Sinalbin?) enthalte. Auch für weissen Senf hält E. POTT Zerkleinerung und Kochen geraten. Der Zweck des Kochens ist nach meiner Ansicht in diesem Falle allerdings verfehlt, da der weisse Senf nur äusserst geringe und unschädliche Mengen von Allylsenföl entwickelt, die Zersetzungsprodukte des Sinalbins aber weder flüchtig sind, noch durch Kochen unschädlich werden. Zur Verminderung des Gehaltes an Senföl oder zu dessen Verflüchtigung wird nach E. POTT auch Fermentierung der gemahlenden Raps- oder Rübsenrückstände mit anderem Kurzfutter empfohlen, ein Verfahren, das bei längerer Dauer vielleicht zum beabsichtigten Zwecke führe, aber wegen der grossen Nährstoffverluste gemeinhin nicht ratsam sei.

Durch Bebrühen, Kochen und Dämpfen können nach E. POTT chemische Veränderungen in den Futterstoffen bewirkt werden, die einen Verlust an Nährwert zur Folge haben. Es werden nämlich durch Temperaturen von 100° und darüber Nährstoffe zerstört, andere schwer löslich gemacht, und selbst schon unter 100° die Nährwirkung vieler Futtermittel dadurch beeinträchtigt, dass in denselben enthaltene Fermentstoffe (Enzyme) unwirksam, Reizstoffe verflüchtigt und äusserlich anhaftende, die Verdauung befördernde Mikroben zerstört werden. Namentlich die Eiweisskörper verlieren durch Erhitzen an Verdaulichkeit. U. KREUSLER<sup>1)</sup> wies durch Fütterungsversuche an Ochsen mit Wiesenheu, G. KÜHN<sup>2)</sup> mit Weizenkeie nach, dass die Verdaulichkeit des Rohproteins durch Erhitzen der Futtermittel vermindert wird. Der letztere stellte ferner fest, dass die Verdaulichkeit des Rohproteins umsomehr vermindert wurde, je höher die Anfangstemperatur der Kleiensuppe war und je länger die Einwirkung der Hitze auf die Kleie dauerte. A. STUTZER<sup>3)</sup> bestätigte diese Beobachtungen in vollem Umfange durch künstliche Verdauungsversuche mit Weizenkleie, Getreidemehl, Brot und Erdnusskuchen, und zieht aus seinen Versuchen den Schluss, dass die Wirkung

<sup>1)</sup> Landw. Jahrb. 1879, 8. Bd., S. 933.

<sup>2)</sup> Landw. Vers.-Stat. 29, S. 1.

<sup>3)</sup> Landw. Vers.-Stat. 38, 1891, S. 267.

kochenden Wassers auf die Eiweisskörper eine viel schnellere ist, als diejenige trockener Wärme.

Das Bebrühen, Kochen und Dämpfen der Rapskuchen etc. wird also nur in Ausnahmefällen als Notbehelf in Anwendung kommen dürfen.

### Verdaulichkeitsverhältnisse.

Die Verdaulichkeitsverhältnisse der Raps- und Rübsenkuchen und Mehle veranschaulichen die in Tab. IV und V und XVII—XX wiedergegebenen Zahlen, welche durch Versuche mit Rindern und Schafen ermittelt wurden.

**Tabelle XVII.**  
Verdaulichkeitsverhältnisse von Rapskuchen nach Jul. Kühn.

Versuchstiere.		Rohprotein	Rohfett	Nfr. Extraktstoffe	Rohfaser <sup>1)</sup>
Kühe und Ochsen:	Minimum . . . . .	81.3	79.7	70.2	—
	Maximum . . . . .	92.4	93.6	84.9	34.3
" " "	Wahrscheinl. Mittel . . .	85.4	88.0	78.0	11.0
Schafe:	Minimum . . . . .	65.3	59.8	66.0	—
	Maximum . . . . .	83.9	77.2	85.4	5.5
"	Wahrscheinl. Mittel . . .	75.9	69.0	78.0	3.0

**Tabelle XVIII.**

### Verdaulichkeit der Rapskuchen.

(Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel von Dr. Th. Dietrich und Dr. J. König 1891, II. Bd., S. 1122.)

Versuchstiere.	Organ. Substanz	Rohprotein	Rohfett	Nfr. Extraktstoffe	Rohfaser
Rindvieh	75.32	86.12	87.72	74.40	(21.23)?
Schaf	56.63	75.93	69.43	77.80	?
Mittel	66.42	82.02	78.58	79.03	?

<sup>1)</sup> Bei den grossen Schwankungen in der Verdaulichkeit der Körner und der Rückstände ihrer technischen Verarbeitung im Verein mit dem relativ geringen Anteil, den die Holzfasern an der Zusammensetzung dieser Futtermittel nimmt, wird der verdauliche Teil der Rohfaser zweckmässig ausser Rechnung gelassen (Anmerkung des Verfassers der Tabelle).



Tabelle XIX.

Verdauungskoeffizienten von Rapskuchen und Rapsmehl nach E. v. Wolff.  
(Versuche mit Wiederkäuern.)

Bezeichnung des Untersuchungsgegenstandes.	Zahl der Sorten	Einzelversuch	Prozente der verzehrten Mengen:				
			Organ. Substanz	Rohprotein	Rohfaser	Rohfett	Nfr. Extraktstoffe
Rapskuchen	2	7	66 56—75	81 76—86	8 0—16	79 69—88	76 74—78
Rapsmehl entfettet	1	1	68	84	—	—	85

Tabelle XX.

Verdaulichkeit von Rapskuchen und Rapsmehl in Prozenten der verzehrten Mengen.

Verdauungs-Koeffizienten.

Versuche mit Wiederkäuern.

(Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel von Dr. TH. DIETRICH und Dr. J. KÖNIG 1891, II. Bd., S. 1215.)

Bezeichnung des Untersuchungsgegenstandes.	Zahl der Sorten	Einzelversuch	Prozente der verzehrten Mengen:				
			Organ. Substanz	Rohprotein	Rohfett	Nfr. Extraktstoffe	Rohfaser
Rapskuchen	2	7	65.98 48.4—78.7	81.03 65.3—92.4	78.58 59.8—93.6	76.10 66.0—85.4	(8.00) (0—34.3)
Rapsmehl entfettet	1	1	68.3	84.00	—	84.9	—

Darnach sind diese Rückstände, obwohl sie immerhin zu den schwerer verdaulichen konzentrierten Futterstoffen gerechnet werden müssen, verhältnismässig leicht verdaulich. Aus den in Tab. IV und V gegebenen Verdaulichkeitszahlen berechnet sich folgende Übersicht:

Tabelle XXI.

Bezeichnung der Futterstoffe.	In 100 Teilen sind verdaulich von:			
	Rohprotein	Rohfett	Mf. Extraktstoffe	Rohfaser
Rapssamen . . . . .	82.0	93.0	80.0	60.0
Rapskuchen . . . . .	81.0	79.0	76.0	8.0
Rapskuchen aus Kleinbetrieb . . . . .	81.0	78.7	76.0	8.0
Rapsmehl . . . . .	81.0	79.4	76.0	7.6
Rübensamen . . . . .	82.0	93.0	80.0	60.0
Rübsenkuchen . . . . .	80.0	79.0	75.2	10.0
Rübsenmehl . . . . .	80.0	79.1	75.0	10.0
Ölrettigsamen . . . . .	82.0	93.0	80.0	60.0
Samen von weissem Senf . . . . .	85.0	88.0	80.0	60.0
Samen von schwarzem Senf . . . . .	85.0	88.0	80.0	60.0

Hieraus geht hervor, dass die Nährstoffe der frischen Samen in Bezug auf die Verdaulichkeit keine grossen Unterschiede aufweisen, dass die Samen von Raps, Rüben und Ölrettig gleichwertig sind, während die beiden Senfarten ein leichter verdauliches Rohprotein, dagegen ein schwerer verdauliches Rohfett haben. Ferner ist ersichtlich, dass durch die Verarbeitung der Samen behufs der Ölgewinnung das Rohprotein am wenigsten an Verdaulichkeit einbüsst, mehr die stickstofffreien Extraktstoffe, noch etwas mehr das Rohfett, dass aber ganz besonders die Rohfaser darunter leidet.

### Fütterungsnorm.

Die Verfütterung der Rapskuchen und der ihnen ähnlichen Rückstände erfolgt nach Massgabe ihres Gehaltes an verdaulichen Stoffen und an Kaliummyronat oder Sinalbin.

Am häufigsten werden sie als konzentriertes Futter für Milchkühe verwendet,<sup>1)</sup> denen davon jedoch nicht mehr als 1 kg pro Tag und Kopf verabreicht werden soll, auch dann nicht, wenn sie senffrei sind oder vielmehr so gut wie kein Senföl entwickeln. Die Verfütterung grösserer Mengen hat in der Regel zur Folge, dass die Milch einen üblen, scharfen Geschmack, das Butterfett einen öligen, oft thranigen („fischigen“) Geschmack und eine weiche, schmierige Beschaffenheit annimmt.

<sup>1)</sup> POTT, Die landw. Futtermittel.

Sowohl nach Verfütterung im trockenen wie auch im eingeweichten Zustande verursachen Rapsrückstände diese üble Wirkung, die meistens auf den Gehalt an Kaliummyronat zurückgeführt wird, wohl aber auch in anderen Ursachen, wie Eigenart des Fettes und anderer Bestandteile, begründet sein mag. Sollen grössere Mengen als 1 kg an Milchvieh verabreicht werden, so wird empfohlen, die gehörig zerkleinerten Rückstände tüchtig zu kochen, um das Senföl zu beseitigen. Im übrigen werden die Kuchen der besseren Einspeichelung und vollständigeren Verdauung halber am besten grob zerschrotet oder zerstampft und, wie die Mehle, mit anderem Kurzfutter gut gemengt, trocken oder nur schwach angefeuchtet verfüttert. Nach denselben Grundsätzen regelt sich die Verfütterung an anderes Rindvieh, dem man von Kuchen, welche wenig oder kein Senföl entwickeln, auch grössere Portionen, so z. B. den Mastochsen bis 2 kg pro Tag und Kopf, vorlegen darf. Für Jungvieh im ersten Lebensjahre sind Rapsrückstände nicht geeignet. Den Schafen kann man pro 100 kg Lebendgewicht bis zu 300 g geben, mit Ausnahme von trächtigen und säugenden Tieren und überhaupt Zuchtschafen, die auch von senffreien Rückständen höchstens 100 g pro Kopf täglich erhalten dürfen. Für Arbeitsvieh eignen sich diese Rückstände weniger gut wegen der erschlaffenden Wirkung, die sich schon bei mässig grossen Gaben äussert. Die Zugochsen erhalten gleichwohl Rapskuchen neben Strohhäcksel oft als alleiniges konzentriertes Futter, was aber aus dem angeführten Grunde nicht als zweckmässig gelten mag. Trotz dieser Wirkung werden Rapskuchen in kleinen Gaben als Beifutter für Pferde, angeblich aus diätetischen Rücksichten, zuweilen statt Leinkuchen oder Leinsamen empfohlen.

Schweine können bis  $\frac{1}{4}$  kg pro Kopf täglich erhalten; grössere Gaben haben die Bildung von lockerem, öligem Fleisch und Fett von unangenehmem Geruch und Geschmack zur Folge, ein Übelstand übrigens, der nach starker Rapskuchen-Fütterung sich bei Mastvieh jeder Art bemerkbar macht. Für Schweine werden die Rückstände am besten mit Molken u. dergl. eingeweicht, sonst auch gekocht oder mit heisser Branntweinschlempe bebrüht. Diese Verfahren empfehlen sich überhaupt für Mastvieh jeder Art. Zuchtsauen sollen Rapsrückstände nur in gekochtem Zustande erhalten, besonders wenn sie Ferkel unter sich haben.

Senfrückstände sollen mit noch grösserer Vorsicht verfüttert werden. Abgesehen davon, dass sie nur nach Zerstörung des Kaliummyronats und Beseitigung des Senföls angewendet werden sollen, sind sie anfangs in kleineren Mengen zu geben, so lange, bis das Futter sich gut bewährt hat resp. das Vieh sich daran gewöhnt hat.

C. KORNAUTH<sup>1)</sup> giebt folgende Fütterungsnorm für Rapskuchen pro Kopf und Tag an:

Jungvieh im 1. Lebensjahre . . . . .	0.50 kg.
Stiere " " " . . . . .	0.56 "
Jährige Stiere . . . . .	1.00 "
Absatztiere . . . . .	0.25 "
Kälber, 2jährig . . . . .	0.50 "
Mastochsen . . . . .	1.5—2.0 "
Kühe . . . . .	0.5—1.0 "
Säugende Lämmer pro 100 Stück . . . . .	20.0 "
Mastschafe . . . . .	0.8—1.23 "
Hammel . . . . .	0.4—0.8 "

In Bezug auf Einzelheiten bezüglich geeigneter Futtermischungen mit Rapskuchen muss auf die einschlägigen Werke verwiesen werden.

---

<sup>1)</sup> Die landw. wichtigen Rückstände der Ölfabrikation, Wien 1888.



.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Untersuchungen über die Futtermittel des Handels,**  
veranlasst 1890 auf Grund der Beschlüsse  
in Bernburg und Bremen  
durch den  
Verband landwirtschaftl. Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche.

---

**XIX. Über Rapskuchen und deren Verunreinigung.**  
(Mitteilung aus dem Laboratorium des Professor V. STRIN in Kopenhagen.)

Von

**BILLE GRAM, cand. pharm.**  
(Hierzu Tafel IV—XV.)

---

Die zur Herstellung von Rapskuchen benutzten Samen rühren von *Brassica Napus* und *Brassica Rapa* her. Es ist wohl möglich zu entscheiden, ob ein Kuchen aus dem einen oder dem anderen dieser Samen gepresst ist, falls das benutzte Material rein ist; bei Mischungen von Raps und Rübsen wird aber die Sonderung schwer, und in der Praxis macht man dann auch keinen Unterschied zwischen den beiden Sorten Kuchen, die gewöhnlich Rapskuchen benannt werden.

Es wird bekannt sein, dass Rapskuchen zu den Futtermitteln gehören, die am häufigsten der Verunreinigung ausgesetzt sind; aber diese kann doppelter Natur sein: eine unabsichtliche, von zufälligem Vorhandensein von Unkrautsamen herrührend, die man bei der Reinigung nicht hat aussondern können, oder eine absichtliche, durch Beimischung fremder Samen verursacht; als einige der am häufigsten vorhandenen Unkrautsamen können genannt werden: *Polygonaceae*, *Chenopodiaceae*, *Gramineae*, *Caryophyllaceae* (*Spergula*, *Scleranthus*), *Rubiaceae* (*Galium*) und — am häufigsten — *Cruciferensamen* wie *Sinapis arvensis*, *Camelina sativa*, *Thlaspi arvense* u. a. m.

Unter den absichtlich eingemischten Samen wird man wohl andere Pflanzenfamilien repräsentiert finden können, die Wahl geht jedoch darauf aus, ein öllieferndes Material zu beschaffen, weshalb die Benutzung fremder *Cruciferensamen* nahe liegt, und

hierzu kommt noch, dass eine Einmischung der genannten Art sich durch die chemische Analyse nicht entdeckt. Die Analyse ergibt Inhaltstoffe in demselben Verhältnis, wie es die Verbraucher gewöhnlich sehen; nur insofern die beigemischten Samen Senföl in beträchtlicher Menge entwickeln, wird man bis zu einem gewissen Grade Gegenwart von fremden Cruciferensamen erwarten können, aber auch dieses Verhältnis kann umgangen werden, wie später gezeigt werden wird.

Wenn Rapskuchen mit fremden Samen vermischt so häufig erscheinen, ist dies dem Missverhältnis zwischen Konsum und Produktion zu verdanken; ersterer ist seit Jahren zunehmend, letztere, was Europa betrifft, abnehmend. Die jetzt übliche Benutzung der Mineralöle als Schmiermittel ist die wesentliche Ursache dieses Missverhältnisses. Die Folge davon ist, dass ganz oder teilweise aus fremden Cruciferensamen gepresste Kuchen thatsächlich haben Eingang finden können.

Je nachdem die Verhältnisse sich seit einigen Jahren zeigen, kann man die unreinen Rapskuchen in drei Gruppen teilen:

- I. Kuchen, die in grösserem oder geringerem Grade aus indischen Samen gepresst sind.
- II. Kuchen aus südosteuropäischen Samen.
- III. Kuchen, in welchen die Beimischung eine verschiedenartigere ist, teils von Cruciferensamen (mittel- oder südeuropäischen), teils von Samen anderen Ursprungs.

Unter der Bezeichnung „indischer Raps“ werden aus Ostindien über England grosse Mengen von Cruciferensamen ausgeführt; während ein geringer Teil derselben Rübsen ist, rührt jedoch der grösste Teil von anderen Cruciferen her. Angeblich wurde der aus diesen Samen hergestellte Presskuchen ursprünglich grösstenteils als Dünger verkauft, aber der steigende Begehre bewirkte, dass auch diese Kuchen als Futterkuchen ausbezogen wurden. Es war am Schluss der siebziger Jahre, dass die Aufmerksamkeit auf diese Sorte Kuchen, am häufigsten wegen der reichlichen Entwicklung von Senföl, erst gelenkt wurde. WITTMACK beschreibt im Jahre 1877 eine ihm unter der Bezeichnung „indische Guzerat-Saat“ zugesandte Samensorte und bestimmt dieselbe als *Sinapis glauca Roxb.*<sup>1)</sup> Hier am Labora-

<sup>1)</sup> Sitzungsbericht d. Gesell. naturf. Freunde 1877, 16. Januar.

torium wurde ein starkes Steigen der Anzahl der feilgebotenen Kuchen indischen Ursprungs bemerkt.

Durch Verbindung in England wurden Samen beschafft, mit denen der damalige Mikroskopiker des Laboratoriums, der Museumsinspektor H. KIAERSKOU, Kultivierungsversuche machte.<sup>1)</sup> Die empfangenen Proben waren bezeichnet: Ferozepore-, Guzerat-, Soumeané-, gelber gemischter Calcutta- und brauner Calcutta-Raps. Die Kultivierungsversuche ergaben als Resultat, dass die Samen von *Sinapis dichotoma Roxb.*, *Sinapis glauca Roxb.* und *Sinapis ramosa Roxb.* herrührten. KIAERSKOU macht mit Recht darauf aufmerksam, dass alle drei Pflanzen unter die Gattung *Brassica* gerechnet werden müssen, und mit diesem Namen werden sie im folgenden bezeichnet werden. Ausser den Samen dieser Pflanzen kommen auch *Brassica juncea*, *Erysimum orientale* und *Eruca* vor; später habe ich einen Samen gefunden, der durch Kultivierung als *Sinapis dissecta* bestimmt wurde. Andere indische Samen sind von O. BURCHARD beschrieben worden.<sup>2)</sup>

Von den Kuchen zweiter Gruppe gilt dasselbe, wie von den Samen der vorigen, dass sie unter verschiedenen Bezeichnungen: Assow-, Donau-, Odessa-, Ravison- und Schwarzmeer-Raps ausgedoten werden. Die fremden, häufig den Hauptbestandteil bildenden Samen sind *Sinapis arvensis* nebst grösseren oder geringeren Mengen von *Erysimum orientale*, *Brassica dichotoma*, *Brassica juncea*, *Eruca* u. a. m.

Unter Gruppe III können mehrere Kuchen gerechnet werden, die als Einmischung Samen von Kreuzblütlern wie *Camelina*, *Sinapis arvensis* und *Eruca* enthalten; ferner die dann und wann mit Beimischung von Hanfsamen oder Baumwollensamen erscheinenden Kuchen, und schliesslich müssen die sogenannten Bauernkuchen hierunter gerechnet werden; diese Kuchen, die bisweilen ausgedoten werden, sind als ein Hausfleisserzeugnis zu betrachten, schwach gepresst und von einer kuriosen Zusammensetzung. Als Beispiel kann genannt werden, dass aus einer hier angekommenen Ladung fünf Stück von verschiedenem Ansehen ausgewählt wurden, deren Zusammensetzung wie folgt war:

<sup>1)</sup> H. KIAERSKOU, Om Frøskallens Bygning hos nogle „indiske Raps“-Sorter. Botanisk Tidsskrift, Kjöbenhavn, Bd. 14, S. 249.

<sup>2)</sup> Über den Bau der Samenschale einiger *Brassica*- und *Sinapis*-Arten. Journal für Landwirtschaft, 42. Jahrg. 1894, S. 125 ff. und 44. Band 1896, Seite 337 ff.



1. Grösstenteils Cruciferensamen: *Sinapis arvensis*, *Erysimum* und *Camelina*; ferner *Polygonaceen*, *Gramineen* und *Plantago*.
2. *Camelina*, *Sinapis arvensis*.
3. Gelbe Lupine und ein wenig Weizen.
4. *Sinapis alba*, *Sinap. dissecta*, *Sinap. arvensis* und ein wenig Leinsamen.
5. Grösstenteils Cruciferensamen: *Sinap. arvensis*, *Erysimum*, nebst *Polygonaceen* und *Gramineen*,

Ein Gruppieren der unreinen Rapskuchen, wie das obige, wird sich gewissermassen aufdrängen, teils durch die von der mikroskopischen Untersuchung über die Zusammensetzung ergebnen Aufschlüsse, teils durch die Bezeichnungen, unter denen die Kuchen, wie genannt, häufig ausgedoten werden; und wenn es auch nicht für nötig oder nur wünschenswert gehalten werden darf, dass in den einzelnen Fällen eine Äusserung hierüber gegeben wird, so wird es doch oft von Nutzen sein können, die Aufmerksamkeit auf dieses Verhältnis gerichtet zu haben. Es muss jedoch hinzugefügt werden, dass die Anzahl der unter die Gruppe II gehörenden Kuchen seit kurzem beträchtlich geringer als in früheren Jahren ist; aber eine gewisse Beweglichkeit seitens der Kaufleute in der Wahl von Marken, wie auch seitens der Fabrikanten in der Wahl von Einmischungs-Material muss man immer vor Augen haben; auch bei den anderen Gruppen bemerkt man diese Beweglichkeit. Als Beispiel kann angeführt werden, dass in früheren Jahren unter den Kuchen indischen Ursprungs nicht wenige zu finden waren, die ausschliesslich aus den gelben Guzerat-Samen gepresst waren. Jetzt erscheinen diese Kuchen nur selten, und wahrscheinlich ist die abstechend gelbe Farbe die Ursache, dass sie vom Markte zurückgedrängt sind.

Die Art und Weise, wie Rapskuchen hier im Laboratorium untersucht werden, ist folgende: Es wird makroskopisch beichtigt, ob die Stücke gleichartig sind oder nicht. Leitend in dieser Beziehung sind die äusseren Verhältnisse wie Farbe, Form, von der Pressung herrührende Marken u. dgl.; es ist oft möglich, hieraus den Produktionsort zu erschliessen. Die Schwarzmeer-Kuchen, die oft als Hauptbestandteil *Sinapis arvensis* enthalten, sind durch einen unangenehmen, ekelhaften Geruch charakterisiert. Insofern das Muster aus ungleichartigen Stücken besteht, wird jedes Stück für sich untersucht; es wird beobachtet,

ob die Kuchen durch Schimmelpilze auf der Oberfläche eine schlechte Aufbewahrung aufweisen. Aus jedem Stück wird ein kleines Muster genommen und diese werden zusammen in ein Glas mit Wasser hingestellt. Um Sicherheit zu haben, dass das Wasser genügende Zeit zur Einwirkung auf die Samenschalenteile gehabt hat, ist es rätlich, am Ende der Arbeitszeit die den nächsten Tag zu untersuchenden Kuchen hinzusetzen. Nach Aufweichung wird durch Umrühren gemischt, und es wird so viel abgegossen, dass man mit dem übrig bleibenden Rückstande bequem arbeiten kann. Durch Schlämmen werden die Keimteile von den Schalen ausgesondert; es ist eine Erfahrung, dass reine Kuchen sich schnell reinschlämmen lassen, während man bei unreinen Kuchen das Schlämmen manchmal wiederholen muss. Es ist genau zu beobachten, dass nebst dem Keim nicht helle Samenschalenteile durch das Schlämmen weggespült werden; am leichtesten würde dies mit den Schalenteilen solcher Samen, deren Epidermiszellen Schleim bilden, erfolgen können, indem die Niederschlagung in diesem Falle langsamer erfolgt; als Beispiel kann *Camelina* genannt werden.

Einige der reingeschlämmten Schalenteile werden auf einen Teller gebracht und zur Untersuchung teils mittelst der Lupe, teils mittelst des Mikroskops benutzt. Das Schlämmglas wird geschüttelt, unmittelbar ehe die Schalenteile auf den Teller gebracht werden; anderenfalls würden Schalenteile von höherem spezifischen Gewicht (z. B. von Baumwollensamen und Hanfsamen), indem sie zu Boden sinken, der Aufmerksamkeit entgehen können. In vielen Fällen wird man schon durch die Besichtigung mittelst der Lupe beurteilen können, nicht nur, ob der Kuchen für rein gehalten werden darf, sondern auch, von welcher Art die etwaige Einmischung ist. Leicht auffällige Kennzeichen sind die Farbe der Samenschale, die Beschaffenheit der Epidermiszellen, ob wegen Schleim quellend oder nicht, und zugleich, ob die Samenschale glatt ist oder Maschenzeichnung zeigt. Die Schalenteile, die man nicht für von Raps (Rüben) herrührend hält, werden ausgesondert und mikroskopisch bestimmt. Wenn man sich in dieser Weise von der Zusammensetzung des Kuchens einen Begriff gemacht hat, werden einige Schalen, mittelst der Pincette durcheinander genommen, auf den Objektträger gebracht und durchmustert. Bei unreinen Kuchen, wo die Aufgabe ausserdem darauf ausgehen muss, die ungefähre Menge

von fremden Samen anzugeben, wird man genötigt sein, eine grössere Anzahl Schalenteile zu durchmustern, als in den Fällen, wo reine Kuchen vorliegen. Die Untersuchung mittelst der Lupe darf nicht vernachlässigt werden. Die Beurteilung besonders von den Kuchen, die geringere Mengen fremder Samen enthalten, bis auf solche, die annehmbar dieselben als zufällige Verunreinigung enthalten, wird sicherer, und eben auf diesen Punkt muss die Aufmerksamkeit besonders gerichtet sein. Falls man konstatiert hat, dass ein Kuchen fremde Samen enthält, wird die nächste Frage diejenige, in welcher Menge dieselben vorhanden sind. Von einer Angabe der Menge in Zahlen kann ebensowenig als bei anderen mikroskopischen Untersuchungen die Rede sein; man muss sich auf ein Ermessen beschränken, damit aber dieses die erforderliche Bedeutung haben kann, wählt man eine Skala von Bezeichnungen, die womöglich den gefundenen Mengen von fremden Samen einen Ausdruck geben soll. Diese Bezeichnungen werden insofern Mengeangaben, als jede der Ausdruck für eine Minimal- und Maximalzahl ist, zwischen denen die gefundene Menge fremder Samen, wie man es beurteilt, liegt. Welche Bezeichnungen man wählt, ist zum Teil von dem persönlichen Erachten abhängig. Hier im Laboratorium wird folgende Reihe benutzt:

1. Rein — oder rein, ein wenig Unkrautsamen ausgenommen.
2. Es wurde eine geringe — oder bei einem wenig grösseren Gehalt eine kleinere — Menge fremder Samen gefunden.
3. Es wurden einige fremde Samen gefunden.
4. Es wurden mehrere fremde Samen gefunden.
5. Es wurde eine grosse Menge fremder Samen gefunden.
6. Es wurde eine sehr grosse Menge fremder Samen gefunden.
7. Bestand grösstenteils aus fremden Samen.
8. Bestand aus fremden Samen.

Die fremden Samen werden mit Artbezeichnung angegeben. Nach ihrem Ursprung und nach der Menge ist man gewöhnlich imstande zu beurteilen, inwiefern eine Einmischung oder eine zufällige Verunreinigung vorliegt. Die abgeschlammten Keimteile werden in ein Glas aufgesammelt; nach Niederschlagung wird das Wasser abgossen und die Keimteile werden mikroskopisch untersucht. Der Geruch kann ausgeprägt scharf sein; in dem Falle wird man immer Anwesenheit fremder (am öftesten indischer) Cruciferensamen finden. Dagegen ist Mangel an

Senfgeruch kein Anzeichen reiner Kuchen, denn teils entwickeln mehrere Samen von Cruciferen nicht oder doch nur in geringem Grade Senföl, und teils kommen Kuchen vor, die sich von Geruch frei zeigen, obgleich die mikroskopische Untersuchung die Gegenwart solcher fremden Samen bewiesen hat, von denen es bekannt ist, dass sie eine reichliche Menge Senföl entwickeln.

Es hat sich seit den späteren Jahren hier im Laboratorium gezeigt, dass bisweilen die Pluralität der Kuchen, in denen durch die Untersuchung Gehalt an indischen Samen gefunden wurde, kein Senföl entwickelte. Es werden später einige Versuche dieses Verhältnis betreffend genannt werden.

In welchem Grade ein ganz oder teilweise aus fremden Samen gepresster Kuchen an Brauchbarkeit und dadurch an Handelswert verliert, dafür kann keine Regel aufgestellt werden, obwohl die Frage häufig gestellt wird. Es muss denn zuvörderst gefordert werden, dass ein Kuchen, der als Rapskuchen verkauft und von dem Konsumenten als ein solcher bezahlt wird, aus Raps (Rübsen) gepresst sein soll und nicht in grösserem oder geringerem Grade fremde, zu billigerem Preise zu kaufende Samen enthalten darf. Ferner hat man die Erfahrung gemacht, dass aus indischen Samen gepresste Kuchen mit dem Erfolg verfüttert worden sind, dass das Vieh erkrankte, und dass die Krankheit (Entzündung der Schleimhäute) in mehreren Fällen einen tödlichen Ausgang hatte. In anderen Fällen ist es bekannt, dass gewisse Samen der Milch Zwiebelgeschmack erteilen (Camelina, Thlaspi), während andere Fehler der Milchprodukte, die die Auffassung früherer Zeiten den angewandten Futtermitteln beigemessen hat, jetzt als von Bakterienwirksamkeit herrührend erkannt werden. Ferner ist es auch anzunehmen, dass die Zusammensetzung des Kuchens die Fresslust des Viehes beeinflusst; es ist ja ein wohlbekanntes Verhältnis, dass Grünfüttern mit weissem Senf die Fresslust steigert. Es ist andererseits nicht bekannt, ob die guten Erfolge, die die Erfahrung des Landwirtes den Rapskuchen beimisst, auch Kuchen aus anderen Cruciferensamen zukommen.

Eine der wesentlichsten Beschwerden über Kuchen aus „indischem Raps“ ist durch die Entwicklung von Senföl veranlasst, und wenn, wie oben bemerkt, jetzt häufig Kuchen erscheinen, die kein Senföl entwickeln, obgleich die Untersuchung ergibt, dass sie aus solchen Samen gepresst sind, welche normal

diese Eigenschaft besitzen, so muss diese Thatsache zur Aufklärung der Ursache anregen. Ehe eine Beschreibung der Versuche, die ich mit diesem Zwecke vor Augen gemacht habe, gegeben wird, ist noch kürzlich zu berühren, was wir von den den scharfen Geruch und Geschmack bedingenden Inhaltstoffen wissen. Es ist seit lange bekannt, dass die Cruciferensamen Glycoside enthalten, von denen wir zwei kennen: Sinigrin und Sinalbin; dass diese Glycoside durch Einwirkung eines Fermentes, des Myrosin, gespaltet werden, und dass die Spaltungsprodukte bei dem Sinigrin ätherisches Senföl (Allyl-Senföl), saures schwefelsaures Kali und Zucker, bei dem Sinalbin Sinalbin-Senföl, saures schwefelsaures Sinapin und Zucker sind. Es ist jedoch, nach den Spaltungsprodukten zu urteilen, wahrscheinlich, dass sich Glycoside von anderer Zusammensetzung als der der beiden genannten finden. Von dem Zustande wie auch von dem Orte in der Pflanze, wo sich das Myrosin findet, war nichts bekannt, bevor L. GUIGNARD eine vortreffliche Untersuchung hierüber veröffentlichte.<sup>1)</sup> Es geht aus derselben hervor, dass das Myrosin in Zellen enthalten ist, die an Form und Grösse von dem umliegenden Gewebe etwas abweichen können, indem sie ein wenig breiter und etwas länger, bisweilen gebogen sind. Die Abweichungen sind in der Regel grösser in den vegetativen Teilen der Pflanze, geringer in den Samen. Während das Myrosin sich in den vegetativen Teilen der Pflanze aufgelöst findet, ist dasselbe in den Samen (mit dem geringeren Wassergehalt) als Körner anzutreffen, die an Form und Grösse den Aleuronkörnern ähnlich sind, mit welchen die umliegenden Zellen gefüllt sind. Von Reaktionen erwähnt GUIGNARD: Salzsäure + Orcinlösung (wenige Tropfen einer wässrigen Lösung 1 + 10) färbt violett, MILLONS Reagens färbt mit einem stark roten Tone, Jod färbt goldgelb. Der Nachweis erfolgt am einfachsten durch MILLONS Reagens. Schnitte des Keimes werden mittelst Äther (oder Chloroform) ausgewaschen und dann auf einen Objektträger mit einem Tropfen des Reagens gebracht; erwärmt man vorsichtig bis gegen Kochen, so kommt die Reaktion gleich zum Vorschein. Bei Besichtigung wird man dann unter den mit Aleuronkörnern gefüllten und schwach rotgelb gefärbten Zellen einige rotgefärbte finden; diese sind die Myrosinzellen.

<sup>1)</sup> L. GUIGNARD, Sur la localisation des principes actifs des Crucifères. Journal de Botanique (Morot) 1890, S. 385, 412, 435.

Deren Platz im Samen ist ein verschiedener, ausschliesslich rings um die Prokambiumstränge oder hie und da in Kotyledonen und Radicula, den Orten entsprechend, wo man sie später in den vegetativen Teilen finden wird; ausser Myrosinkörnern enthalten die Zellen noch Protoplasma und Kern, dagegen nicht Aleuronkörner. Im Öl liegende Schnitte zeigen, dass die Myrosinkörner von den Aleuronkörnern darin abweichen, dass sie ganz klar sind, stärkere Lichtbrechung besitzen und nicht Globoide führen. Die Aleuronkörner haben eine schwach gelbliche Farbe.

Durch Erwärmung bis auf hohe Temperatur während längerer Zeit wird das Vermögen des Myrosin zur Spaltung des Glycosid vernichtet. SPATZIER giebt an,<sup>1)</sup> dass hierzu eine 10stündige Erwärmung der fein pulverisierten Samen bis auf 110° erforderlich ist. Ich habe diesen Versuch wiederholt und dazu schwarzen Senf (die Handelsware) und Presskuchen aus schwarzem Senf (fabrikmässig hergestellt) benutzt. Diese Proben wurden gewählt, teils weil Ferment und Glycosid hier in reichlicher Menge gegenwärtig sind, teils um zu erfahren, ob die Beseitigung des fetten Öls eine wesentliche Änderung mit Bezug auf Empfindlichkeit der Wärme gegenüber verursachte. Keine der Proben verlor durch eine 10stündige Erwärmung das Vermögen zur Entwicklung von Senföl, obgleich nach vorläufigen und negativen Versuchen eine wenig höhere Temperatur, 112°, angewandt wurde, und merkwürdigerweise erforderte der Presskuchen eine längere Erwärmung, als die Handelsware. Die Zeit war bei Senf 12—14 Stunden und bei dem Presskuchen ein paar Stunden mehr.

Es ist sonach über die Dauer der Einwirkung einige Nichtübereinstimmung zwischen den Versuchen vorhanden, die vielleicht auf Zufälligkeiten (Stoffmenge, Myrosingehalt) beruhen kann, aber möglicherweise auch einer verschiedenen Observationsweise zu verdanken ist. Es wurde wahrgenommen, dass der schwarze Senf, nach Erwärmung während ca. 12 Stunden bis auf 112°, im Wasserbad bei ca. 50° stehen konnte und einen Tag durch sich durchaus geruchfrei zeigte; erst am nächsten Tage entstand starker Geruch; durch eine etwas längere Er-

<sup>1)</sup> SPATZIER, Über das Auftreten und die physiologische Bedeutung des Myrosin in der Pflanze. PRINZHEIMS Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik, Bd. 25, 1893.

wärmung kann die Zeit für die Entstehung des Senföls noch um mehrere Tage verzögert werden.

Es ist demnach zu ersehen, dass man auf diese Weise die Entwicklung der Senföle verhindern kann; man kann aber denselben Erfolg sowohl schneller als leichter erreichen. Es ist eine Erfahrung, dass feuchte Wärme energischer als trockene wirkt, und auf Grundlage dessen wurde versucht, wie eine Behandlung mit strömenden Wasserdämpfen auf die Cruciferensamen einwirken würde. Presskuchen aus schwarzem Senf, in Filtrierpapier eingeschlagen, wurde während 15 Minuten strömenden Wasserdämpfen ausgesetzt; nach der Behandlung wird durchaus kein Senföl entwickelt, wenn auch die Probe lange Zeit im Wasserbade steht; bei geringeren Mengen von Presskuchen ist die Behandlung auf 10 und 5 Minuten beschränkt gewesen, in beiden Fällen mit demselben Erfolg; auch die ganzen Samen lassen sich leicht beeinflussen. Wenn man schwarzen Senf, in dieser Weise behandelt, mit weissem Senf versetzt, entsteht schnell Senföl-Geruch; man hat also an dem gedampften schwarzen Senf einen Stoff, der Sinigrin in reichlicher Menge enthält und als Reagens auf myrosinhaltige Pflanzenteile verwendbar ist.

Mit gedampftem schwarzem Senf als Hilfsmittel habe ich mit einigen Proben von indischen Samen einige Versuche angestellt. Ich beabsichtigte eine Erklärung dafür zu finden, weshalb Kuchen indischen Ursprungs wider Erwarten nicht immer Senföl entwickeln. Die Versuche wurden im Jahre 1894 angestellt, wo indische Kuchen dieser Beschaffenheit in grosser Menge erschienen, und ich werde hier kürzlich die Resultate wiedergeben, indem übrigens auf eine frühere Veröffentlichung<sup>1)</sup> verwiesen wird. Die Versuche wurden mit 17 Proben von indischen Samen (*Brassica glauca*, *Br. ramosa* und *Br. dichotoma*) angestellt. 12 Proben waren zu diesem Zwecke aus Hamburg und London beschafft, 2 Proben rührten von der Sammlung des Laboratoriums her und standen seit KLAERSCOU'S Kultivierungsversuchen 1883 da. 3 Proben rührten von Kultivierungsversuchen her, die ich im Jahre 1887 gemacht hatte. Es wurden drei Reihen von Versuchen angestellt; zu jedem derselben wurden 5 g pulverisierter Samen verwandt.

<sup>1)</sup> B. GRAM, Om Rapskager og Forureningen af disse. Botanisk Tidsskrift, Bd. 19. Kjöbenhavn 1894.

1. Die Probe wurde im verschlossenen Glase im Wasserbad bei 50° hingestellt.

2. Wie 1, aber mit Zusatz von pulverisiertem weissen Senf.

3. Wie 1, aber mit Zusatz von gedampftem schwarzen Senf.

ad 1. Nur eine einzelne, von eigener Kultur herrührende Probe entwickelte Senföl, die übrigen erschienen frei.

ad 2. Die obengenannte abweichende Probe schien nicht stärker zu riechen; zwei andere Proben entwickelten einen sehr schwachen Geruch, der sich schnell verlor, ohne wieder zu entstehen.

ad 3. Alle Proben entwickelten eine reichliche Menge Senföl.

Die Versuche zeigen, dass es der Mangel an Sinigrin ist, der verursacht, dass die Samen nicht Senföl entwickeln.

Demnächst wurden Versuche mit drei Proben von schwarzem Senf angestellt. No. 1 war seit 15 Jahren in der Sammlung des Laboratoriums, ohne dass ihr Alter übrigens bekannt ist. No. 2 und 3 waren mir von dem botanischen Garten Kopenhagens überlassen, wo sie nach dort in den Jahren 1844 und 1834 gebauten Pflanzen geerntet waren. Diese Proben, die sonach 15 (wenigstens), 50 und 60 Jahre alt waren, zeigten einen mit dem Alter abnehmenden Gehalt an Sinigrin. Die 15 Jahre alte Probe entwickelte einen merkbar schwächeren Geruch, als frischer Senf, und die beiden sehr alten Proben entwickelten erst am zweiten und dritten Tage einen schwachen Geruch. Mit gedampftem schwarzen Senf versetzt entwickelten alle drei Proben einen starken Senfgeruch.

Es wurden schliesslich Keimversuche gemacht; das Keimvermögen erschien bei den aus Hamburg und London beschafften Samen sowie bei den 7 Jahre alten Samen eigener Kultur normal erhalten. Von den vom Jahre 1883 herrührenden Samen keimten von 100 nur 8.

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen der obigen Versuche ist eine Angabe in FLÜCKIGERS Pharmacognosie,<sup>1)</sup> wo es heisst, dass Senfpulver das Vermögen zur Geruch-Entwicklung bald verliert. Es wird erfahrungsmässig angenommen, dass dies dem gegenwärtigen fetten Öl zu verdanken ist.

Auf Grundlage der quantitativen Bestimmungen des Senföls in Rapskuchen äussert V. DIRCKS<sup>2)</sup> als Mutmassung, dass das

<sup>1)</sup> F. A. FLÜCKIGER, Pharmacognosie des Pflanzenreiches, 1891, S. 1027.

<sup>2)</sup> V. DIRCKS, Über das Vorkommen der Myronsäure und die Bestimmung des daraus gebildeten Senföls in den Samen der Cruciferen und in den Ölkuchen. Diese Zeitschrift Bd. XXVIII, 1883, S. 195.



Lagern des Presskuchens eine Abnahme des Sinigrin oder doch der Menge des gebildeten Senföls verursacht. Er ersieht die Möglichkeit, dass das niedrigere Ergebnis vielleicht dem Mangel an Myrosin zu verdanken ist, aber Versetzung mit weissem Senf bewirkte doch keine stärkere Reaktion.

Hierzu ist zu bemerken, dass ein im Laboratorium seit 15 Jahren aufbewahrter Guzerat-Kuchen (*Brassica glauca*) bei jetzt wiederholter Untersuchung folgendes Verhalten zeigte.

1. Bei 50° hingestellt entstand nach längerer Zeit ein sehr schwacher Geruch; 2. mit gedampftem schwarzen Senf hingestellt wurde die Reaktion nicht deutlicher; 3. mit weissem Senf hingestellt erschien schnell eine starke Reaktion. Aus den Journalen des Laboratoriums geht hervor, dass die Probe vor 15 Jahren Senföl in reichlicher Menge entwickelte. Hier ist demnach im Laufe der Zeit das Myrosin so gut wie unwirksam geworden.

Ob es nun Mangel an Myrosin oder an Sinigrin ist, der bewirkt, dass es den Kuchen indischen Ursprungs häufig an dem Vermögen zur Senfölbildung fehlt, muss sich aus einer Reihe von Versuchen ergeben. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass beide Fälle vorkommen. Das Myrosin wird, wie gezeigt wurde, leicht durch feuchte Wärme beeinflusst, und in den Ölmühlen werden die zerquetschten Samen manchmal unter Versetzung mit etwas Wasser erwärmt. Der Zeit und der Temperatur nach, bis auf welche die Erwärmung erfolgt, wird das Myrosin mehr oder weniger geschwächt werden, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass es durchaus vernichtet werden kann.

Noch ist ein Verhältnis zu berühren, welches die Bildung des Senföls beeinflussen kann. Es wird bekannt sein, dass die Konsumenten darauf Wert legen, dass die Rapskuchen eine grünlige Farbe zeigen. Seit den späteren Jahren pflegt man deshalb — besonders in Frankreich — die Kuchen aus indischen Samen mit Kalk oder Alkalien zu versetzen; infolge der alkalischen Reaktion nehmen die Kuchen eine grüne oder schmutziggrüne Farbe an. Wenn die Reaktion ausgeprägt alkalisch ist, wird das Myrosin unwirksam werden. Im verflossenen Jahre hat das Laboratorium ein paar Male Gelegenheit gehabt wahrzunehmen, dass solche unreine und künstlich gefärbte Kuchen mit Kochsalz versetzt gewesen sind, wahrscheinlich damit das Vieh sie um so lieber fressen sollte.

Indem zu einer Beschreibung der verschiedenen, in Rapskuchen vorkommenden Samen übergegangen wird, werden im voraus einige Bemerkungen über den allgemeinen Bau des Cruciferensamens gemacht. Es liegen in der Litteratur mehrere Untersuchungen über diesen Gegenstand vor. In der Regel bilden die ölliefernden Samen von Raps und Rübsen oder schwarzer und weisser Senf das Material, und gewöhnlich ist die Untersuchung lediglich auf den reifen Samen basiert. Diese Methode fasst in sich Möglichkeiten von Irrtümern, entweder durch Missdeutung gewisser Zellschichten oder dadurch, dass solche ganz übersehen werden; es liegen in beiden Richtungen mehrere Beispiele von eingeschlichenen Irrtümern vor, und dies kann nicht erstaunen, denn nicht nur die Beobachtung, sondern auch die Behandlung der Präparate erfordern die grösste Aufmerksamkeit, um diesen Ursachen zu Irrtümern zu entgehen. Dass jedoch in dieser Weise genaue Wiedergebungen erlangt werden können, davon zeugen z. B. HÖHNELS<sup>1)</sup> Zeichnungen von Raps, Rübsen und schwarzem Senf und KLAERSKOUS von „indischem Raps“. Abgesehen aber von der grösseren Sicherheit der Deutung, die durch entwicklungsgeschichtliche Untersuchung gewonnen wird, so erhält man, wie öfters hervorgehoben, nur in dieser Weise zuverlässige Erläuterung über den Ursprung der verschiedenen, in die Samenschale eingehenden Schichten, sowie von den Veränderungen, die die Schichten erleiden.

GUIGNARD<sup>2)</sup> hat bei einer Anzahl Familien, unter diesen auch den Cruciferen, die Entwicklung der Samenschale beobachtet. Die Arbeit ist darauf beschränkt worden, den Ursprung der einzelnen Zellschichten zu erläutern, und die dargestellten Zeichnungen sind deshalb nicht detailliert ausgeführt. GUIGNARD findet, dass die innerste Schicht des äusseren Integumentes die Pallisadenzellen bildet, und dass die sogenannten Protein-, Gluten- oder Plasmazellen ein übrigbleibender Rest des Endosperm sind. In meinem früheren Aufsatz über Rapskuchen<sup>3)</sup> habe ich, was diese Verhältnisse betrifft, auf GUIGNARD bezogen, dessen Angaben meine eigenen Untersuchungen bestätigten.

<sup>1)</sup> HABERLANDS wissenschaftl.-praktische Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues. Wien 1875, Bd. 1, S. 171 ff.

<sup>2)</sup> L. GUIGNARD, Recherches sur le développement de la graine. Journal de Botanique 1893, S. 2.

<sup>3)</sup> L. c., S. 129.

Später sind indessen Beschreibung und Zeichnungen von schwarzem und weissem Senf erschienen, in denen so wesentliche Unrichtigkeiten vorkommen, dass ich es für notwendig halten muss, sie zu widerlegen. Ich habe es um so weniger unterlassen können, diese Untersuchung zu besprechen, als dieselbe dadurch, dass sie in Tschirch und Österle: Anatomischer Atlas der Pharmacognosie und Nahrungsmittelkunde<sup>1)</sup> erschien, aller Wahrscheinlichkeit nach einem grossen Kreise vor Augen kommen wird. Es wird richtig angegeben, dass die Pallisadenzellen von dem äusseren Integument herrühren; demnächst heisst es aber, dass die Glutzellen entwicklungsgeschichtlich von dem inneren Integument herrühren, welches letztere eben aus den Glutzellen und den nach innen folgenden kollabierten Parenchymzellen gebildet ist; angeblich fehlt es an Endosperm. Diese Angaben sind ganz fehlerhaft. Gehen wir die Zeichnungen auf der dem Texte beigefügten Tafel 5 durch, so finden wir zwei Querschnitte von schwarzem Senf. Fig. 11 stellt einen unreifen Samen dar. Äusseres Integument erscheint aus Epidermis, äusserem Parenchym, den Pallisadenzellen und einer nach innen liegenden Schicht gebildet. An Fig. 12 von einem reifen Samen reicht das äussere Integument nur bis an die Pallisadenzellen, während das innere Integument sich aus den Proteinzellen und den nach innen liegenden kollabierten Zellen gebildet zeigt; zwischen den beiden Integumenten ist eine Schicht von Pigmentzellen dargesellt! Fig. 20 zeigt einen Querschnitt von weissem Senf, hier reicht das äussere Integument bis an die Pallisadenzellen; das innere Integument besteht aus den leeren Pigmentzellen und den Proteinzellen mit dem kollabierten Parenchym. Die Verwirrung ist so vollständig, dass man an drei Figuren eben so viel verschiedene Angaben findet, ohne dass irgend eine derselben das Richtige getroffen hat.

Hier muss zugleich angeführt werden, dass Jos. Möller<sup>2)</sup> die Proteinzellen und die dazu gehörenden kollabierten Zellen für einen Rest des Samenknochenkerns hält.

Um die Unrichtigkeit der von Tschirch und Österle gegebenen Schilderung der Samenschale nachzuweisen, werde ich, indem ich übrigens meine Verweisung auf Guignards Auf-

<sup>1)</sup> S. 17 ff. und Tafel 5.

<sup>2)</sup> Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel. Berlin 1886. Anm. S. 262.

satz wiederhole, den typischen Entwicklungsgang kurz erklären. Der Same entsteht, wie bekannt, aus einem kampylotropen Ovulum mit zwei Integumenten. Fig. A, Tafel IV, zeigt einen Längsschnitt einer befruchteten Samenknope von *Brassica campestris*. Der Schnitt ist durch Chalaza, Funiculus und Mikropyle geführt; durch den Funiculus tritt ein Gefässbündel ein und verliert sich in der Gegend der Chalaza. Das äussere Integument ist aus vier Schichten gebildet; das innere besteht aus radial gestreckten Zellen, die später die Pallisadenzellen bilden. In der Gegend der Chalaza ist die Anzahl von Schichten erhöht; die innerste Schicht von radial gestreckten Zellen nehmen hier von beiden Seiten regelmässig an Höhe ab und gehen schliesslich in gewöhnliches Parenchym über. Das innere Integument ist aus einer grösseren Anzahl, bis auf 8—10 Schichten gebildet; das äusserste besteht aus tangential gestreckten Zellen; eine Ausnahme machen die Zellen der kurzen Seite, die stark radial gestreckt sind. In der Mikropyle erscheint der Keimling aufgehängt, und rings um letzteren sieht man zu diesem Zeitpunkte, dass das Sameneiweiss gebildet wird (in den übrigen Gegenden geht es noch zu leicht während der Präparation verloren); dieses ist Endosperm — aus dem Embryosack entstanden — und wird dem inneren Integument aufliegen müssen, indem das Nucellus-Gewebe früh, nach GUIGNARD sogar vor der Befruchtung, resorbiert wird. Fig. B, Taf. IV, zeigt in stärkerer Vergrösserung die Gegend der Mikropyle. Die Zellen in der innersten Schicht des äusseren Integuments nehmen nach oben beträchtlich an Höhe zu; rings um den Keimling erscheint Endosperm, nur noch eine einzelne Schicht. Fig. C zeigt den Keimling auf einer späteren Entwicklungsstufe. Figur 3c, Tafel VII, zeigt einen Querschnitt der Samenschale auf einer späteren Entwicklungsstufe. Die Pallisadenzellen sind noch ganz ungefärbt und ihr Dickenwachstum ist noch nicht beendet; innerhalb derselben folgen vier Schichten dem inneren Integument entsprechender Parenchymzellen und demnächst fünf Schichten von Endosperm; das äusserste ist mit p bezeichnet.

Ich muss jedoch zugeben, dass diese Figur an demselben Mangel, wie die von GUIGNARD, TSCHIRCH und ÖSTERLE u. a. gegebenen, leidet; sie ist nicht genügend überzeugend, weil der Schnitt an einem willkürlich gewählten Orte der Samenschale gemacht ist. Ich habe denn, um zu beweisen, dass die Protein-

zellen ein Sameneiweissrückstand sind und durchaus nicht aus den Integumenten hervorgegangen, meine Untersuchungen mit axialen Längsschnitten angestellt. Fig. D, Tafel V, stellt einen solchen von *Brassica nigra* dar. Er ist aus einem bis auf seine vollständige Grösse ausgewachsenen, aber doch nicht völlig reifen Samen mit gefärbten Pallisadenzellen gemacht. Der Schleim der Epidermis ist nicht fertig gebildet, das nach innen folgende äussere Parenchym führt noch etwas Stärke, und der Zusammenfall ist noch nicht so stark, wie er später wird. Im oberen Teile ist der Schnitt ein wenig seitwärts gefallen. Rechts zu oberst erscheint das Gefässbündel, welches vom Funiculus an in den Samen tritt. Die Integumente reichen bis an p. Die Pallisadenzellen bilden die innerste Schicht des äusseren Integuments, vergl. Fig. B, Taf. IV, die obersten bleiben unverdickt in ihrer ganzen Höhe; p stellt die bestrittenen Proteinzellen dar. Es geht aus der Figur hervor, dass sie zu dem nach innen liegenden Endosperm gehören und nicht aus dem inneren Integument entstanden sind. Das Endosperm ist übrigens schon bis auf die übrig bleibende einzelne Schicht von ziemlich dickwandigen Zellen reduziert; innerhalb derselben folgen eine Anzahl geleerter und kollabierter Zellen, die wie ein Häutchen zwischen die Radicula und den einen Kotyledon dringen; vergl. auch Fig. 16, Tafel XI, wo dieser Endospermrest im Querschnitt erscheint. Fig. E, Tafel V, zeigt einen axialen Schnitt von demselben Samen auf einer etwas früheren Entwicklungsstufe. Zu innerst erscheint ein aus mehreren Zellschichten bestehendes Endosperm mit noch nicht geleerten Zellen; die äussere Schicht, die Proteinzellen, hat noch unverdickte Wände. Mit Recht macht GUIGNARD darauf aufmerksam, dass die radialen Wände die genetische Verbindung der Proteinzellen mit dem nach innen liegenden Gewebe zeigen. Ungefähr zu diesem Zeitpunkte, wenn der Same anfängt eine schwache Farbe anzunehmen, wird die innerste Zellschicht des Integuments mit ihren schwach braun gefärbten Wänden von dem Endosperm scharf abgegrenzt stehen. An Fig. F, Tafel IV, ist ein Endospermrest zu sehen, der eine Entwicklungsstufe zwischen den beiden Figuren D und E, Tafel V, bildet; rechts zuoberst hat die Radicula gelegen. In sehr bestimmten Worten und mit gesperrter Schrift behauptet GUIGNARD,<sup>1)</sup> dass die Proteinzellen ununterbrochen

<sup>1)</sup> l. c., S. 34.

im ganzen Umkreise des Samens vorkommen. SAMSØE-Lund und H. KIAÆRSKOU<sup>1)</sup> haben jedoch wahrgenommen, dass die Samenschale unter dem Nabel mehrere Abweichungen darbietet. Die Pallisaden- und Proteinzellen sind an diesem Orte nicht entwickelt, während das Parenchym stark vermehrt ist. Fig. A giebt zu erkennen, dass diese Vermehrung sowohl dem äusseren, als dem inneren Integument zu verdanken ist. Oben wurde erwähnt, dass die Pallisadenzellen gegen die Chalaza an Höhe abnehmen, um schliesslich in gewöhnliches Parenchym überzugehen, und auf ähnliche Weise verhalten sich die Proteinzellen. Fig. D zeigt, dass die Zellen von links nach rechts an Grösse abnehmen. Aus Fig. G, Tafel V, einem Schnitte vom Nabel eines nicht völlig reifen Samens von *Brassica nigra*, geht hervor, dass die Proteinzellen sehr plötzlich aufhören mit verdickten Wänden aufzutreten; links von den typisch entwickelten Proteinzellen folgen dünnwandige Zellen, unter denen man in diesem Falle die äussere Endospermschicht noch erkennen kann; es ist aber zu bemerken, dass der verwandte Schnitt dies ungewöhnlich deutlich zeigte; in Schnitten von völlig reifen Samen wird es nicht zum Vorschein kommen. Die Figur giebt zu erkennen, dass die grosse Menge unter dem Nabel befindlichen Farbstoffs im inneren Integument abgelagert ist.

Die Möglichkeit einer Unterscheidung der Samen der Cruciferen, wie sie in Rapskuchen vorkommen, beruht ausschliesslich auf den Verschiedenheiten an dem Bau der Samenschale. Was den Keim betrifft, ist man darauf verwiesen, zu konstatieren, dass derselbe von Cruciferen herrühren kann.

Es sind von den verschiedenen Verfassern mehrere Bezeichnungen für die verschiedenen Schichten des Cruciferensamens benutzt worden; hier werden die folgenden benutzt werden:

1. Die Epidermiszellen.
2. Das äussere Parenchym.
3. Die Pallisadenzellen.
4. Die Pigmentzellen.
5. Das Endosperm (dessen äusserste Zellschicht aus den Proteinzellen besteht).

---

<sup>1)</sup> SAMSØE-Lund og H. KIAÆRSKOU, Morfologisk-anatomisk Beskrivelse af *Brassica oleracea*, *Br. campestris* og *Br. Napus*. Botanisk Tidsskrift Bd. 15, S. 75. Kjöbenhavn 1886.

Die Epidermiszellen erscheinen im Querschnitt quadratisch oder tangential gestreckt; in Flächenansicht sind sie 5—8eckig. Die Aussenwand, die Kutikula hat, wie auch die Seitenwände können verdickt sein; die letzteren haben oft Poren. Bei Wasserzufuhr bilden die Epidermiszellen oft Schleim.

Die Auffassung ist gewöhnlich behauptet worden, dass der Schleim von der gelatinierenden Wand herrührt, indem diese durch Wasseraufnahme quoll und den Zellenraum füllte. In vielen Fällen zeigen Schnitte des völlig reifen Samens dies in einer so täuschenden Weise, dass es erklärlich ist, dass die genannte Auffassung die gewöhnliche gewesen ist und dies noch jetzt zu sein scheint. D'ARBAUMONT hat die Entwicklung der Epidermiszellen bei einer grossen Anzahl Arten der Cruciferen beobachtet.<sup>1)</sup> Er weist nach, dass der Schleim aus dem Zelleninhalt, niemals aus den Wänden gebildet wird. Der Art und Weise nach, wie der Schleim sich durch Wasserzufuhr verhält, stellt er vier Gruppen auf:

1. Vollständige Diffusion des Inhaltes.
2. Diffusion der lateralen Schichten, indem eine axile Säule übrig bleibt.
3. Einfache Quellung der Schichten.
4. Austreten des Schleims als ein geformter Körper durch die wegen des Drucks gesprengte Aussenwand.

D'ARBAUMONT macht jedoch selbst darauf aufmerksam, dass es bei Schnitten von einfache Quellung zeigenden Samen sich ereignen kann, dass einzelne Epidermiszellen von dem Messer getroffen sind; in dem Falle wird der Schleim austreten. Es ist klar, dass die Samen, die zur Gewinnung des Öls einer Pressung unterworfen wurden, mechanischer Beschädigung noch mehr ausgesetzt gewesen sind. Die Grenze zwischen Gruppe II und IV scheint mir auch nicht so scharf wie angegeben. *Camelina* hat Diffusion der lateralen Schichten, wogegen die axile Säule als ein Schleimstrang hervorbricht, der am Fusse von einer Scheide umgeben ist.

---

<sup>1)</sup> D'ARBAUMONT, Nouvelles observations sur les cellules à mucilage des Crucifères. Annales des Sciences Naturelles. Septième serie. Botanique tome II, S. 125, 1890.

Das äussere Parenchym.<sup>1)</sup> Von Gestalt an die Epidermis erinnernd, weichen die Zellen durch die Gegenwart von Interzellularen ab; nicht selten kommt kollenchymatische Verdickung vor, und ziemlich oft haben die Wände Poren. Ich finde hier Veranlassung, auf die gewöhnlich erscheinende Neigung aufmerksam zu machen, die Anzahl der Zellschichten im äusseren Parenchym mit einer bestimmten Zahl anzugeben; diese Angaben zeugen oft davon, dass keine genügend grosse Anzahl Schnitte durchmustert sind. Von der Vermehrung des Parenchym unter dem Nabel abgesehen, ist die Variation oft grösser als angegeben. Das äussere Parenchym ist dadurch leitend, indem es nach Aufweichung kollabiert bleibt oder bis auf die ursprüngliche Gestalt quillt. In dem völlig reifen Samen ist die Schicht leer, indem der Inhalt (Stärke) durch die Entwicklung der Epidermiszellen verbraucht ist, und dieser Umstand ist es, der die Bezeichnung „Nährschicht“ veranlasst hat.

Die Pallisadenzellen. Die typische Form ist die radial gestreckte, stark verdickte und verholzte Zelle; von oben gesehen sind sie 4—7- (am häufigsten 5—6-) eckig und weisen wegen der oben schräg abgeschnittenen Wände doppelte Kontur auf. Oft sind die Seitenwände im obersten Teile unverdickt; wenn dies nur in geringer Höhe der Fall ist, kann dieser Umstand der Aufmerksamkeit leicht entgehen. Durch vorsichtige Aufweichung mit verdünnter kochender Kalilauge wird man am häufigsten Schnitte erhalten, aus denen dies hervorgeht, oder man kann es bemerken, wenn man die Samenschale in Flächenansicht beobachtet; durchmustert man die Ränder, wird man Orte finden, an denen die oberen Schichten über den unteren Teil der Pallisadenzellen hinaus liegen; bei niedrigster Einstellung erblickt man dann ein engmaschiges Netz, welches aus dem unverdickten, oberen Teile der Pallisadenzellen besteht (Fig. 11 a links, Tafel IX). In anderen Fällen sind die Pallisadenzellen niedrig und breit, jedoch mit stark verdickten Wänden: *Camelina*, *Capsella* u. a. m., oder die Verdickung ist auf die Innenwand und den untersten Teil der Seitenwände beschränkt:

---

<sup>1)</sup> Für diese Schicht sind die Bezeichnungen „Rindenschicht“ und „Nährschicht“ gebraucht worden. Wenn auch das „äussere Parenchym“ keine völlig genügende Bezeichnung ist, scheint sie mir doch weniger missweisend als die beiden genannten.



*Erysimum orientale*, *Sisymbrium officinale*, *Diplotaxis erucoides* u. a. m. Am stärksten erscheint die Reduktion bei *Bunias* und *Neslia*; bei letzterem sind die Seitenwände kaum zu erblicken. Es ist jedoch keine Regel, dass Cruciferen mit nussartiger oder jedenfalls nicht aufspringender Frucht schwach entwickelte Pallisadenzellen haben, wie es sich den genannten Beispielen nach vermuten liesse. *Raphanus Raphanistrum* (sowie *Raphanus sativus*) haben wohl entwickelte Pallisadenzellen, während *Crambe* Pallisadenzellen mit ziemlich hohen, aber unverdickten Seitenwänden hat.

Die Pigmentzellen. Sie folgen unmittelbar unter den Pallisadenzellen und rühren vom inneren Integument her; ursprünglich sind sie immer als mehrere Schichten vorhanden, während der weiteren Entwicklung werden sie aber mehr oder weniger resorbiert; oft bleiben nur eine einzelne oder zwei Zellschichten übrig. Der Umstand, dass die Schicht in einigen Fällen (*Brassica glauca* u. a. m.) aus kollabierten und leeren Zellen besteht, darf kaum von einer allgemeinen Bezeichnung der Schicht als Pigmentzellen abhalten.

Die Endospermschicht, die letzte Schicht der Samenschale, besteht aus den regelmässig geformten und verdickten Proteinzellen, die sich in einer einzelnen äussersten Schicht finden; doch kommen sie nicht unter dem Nabel, dagegen unter der Mikropyle als zwei oder (seltener) mehr Schichten vor; sie enthalten Proteinkörner und fettes Öl. Innerhalb deren folgen eine geringe Anzahl geleerter und kollabierter Endospermzellenschichten; es sind für diese mehrere Bezeichnungen, wie das „innere Parenchym“, die „membranartige Schicht“ u. a. m. gebraucht gewesen; diese Bezeichnungen werden jedoch leicht Verwechslungen veranlassen können, erstere mit den leeren und kollabierten Pigmentzellen (*Sinapis alba* u. a. m.), letztere mit der Epidermis und dem äusseren Parenchym, welches bei mehreren Cruciferensamen gerade wie eine Membran über den Pallisadenzellen liegt. Es scheint mir deshalb besser, diese Zellen und die Proteinzellen als die Endospermschicht zu bezeichnen; als besondere Bezeichnung der äussersten Zellschicht könnte der recht gute Name Proteinzellen beibehalten werden.

Wegen ihrer gleichartigen Gestalt ist die Endospermschicht ohne Bedeutung für die Unterscheidung der Cruciferensamen.

In der obigen Schilderung des Samenschalenbaues des Cruciferensamens sind auf der Basis der Entwicklungsgeschichte der Ursprung und die allgemeinen Verhältnisse der einzelnen Schichten erklärt worden. Im folgenden werden die einzelnen Samen beschrieben; im voraus ist jedoch zu bemerken, dass die zu den Zeichnungen benutzten Schnitte durch Behandlung mit verdünnter kalter Kalilauge und darauf folgende Ausspülung mit destilliertem Wasser behandelt sind. In vielen Fällen werden die äusseren Schichten — die Epidermis und das äussere Parenchym — bei dieser Behandlung kollabiert bleiben; mit Absicht ist jedoch diese Präparationsweise gewählt, weil die Schilderung der Schalenteile in dieser Weise den Verhältnissen am nächsten kommt, unter denen der Mikroskopiker sie in der Praxis sehen wird, und der Zweck muss derjenige sein, dass die Untersuchung in der früher beschriebenen Art und Weise gemacht wird, so dass man durch die Oberfläche der Schalenteile imstande ist, den Ursprung zu bestimmen, während man nur ausnahmsweise andere Untersuchungsweisen (Querschnitt, besonderes Präparieren) benutzt. In dem Texte und bei den Zeichnungen von nicht völlig entwickelten Schalenteilen wird sich übrigens Gelegenheit darbieten, die wirklichen Verhältnisse zu veranschaulichen.

Oben wurde BURCHARD'S Beschreibung einiger fremden Cruciferensamen, hauptsächlich indischen Ursprungs, erwähnt. Aus der obigen Schilderung von dem allgemeinen Bau der Cruciferensamenschale wird hervorgehen, dass einige der von BURCHARD erreichten Resultate mit den meinigen nicht in Einklang stehen: Ohne die Beschreibung der einzelnen Samen zu berühren, werde ich einige dieser Nichtübereinstimmungen angeben. Es scheint denn nicht ganz korrekt, dass die Epidermiszellen immer als Schleimzellen bezeichnet werden, obgleich sie bei mehreren der beschriebenen Samen (z. B. Brassica Napus, Br. Rapa, Br. glauca, Br. ramosa) gar keinen Schleim enthalten. Der Schleim ist auch nicht, wie angegeben, aus den Wänden gebildet. Das nach innen folgende äussere Parenchym (BURCHARD'S Grosszellen) ist bei einer Anzahl Arten ganz übersehen; dies ist dadurch veranlasst, dass die Untersuchung nur mit den reifen Samen angestellt ist, und in diesen ist die Schicht so stark kollabiert, dass sie sich erst durch besonderes Präparieren (z. B. Kochen mit der SCHULZE'schen Mazerations-Flüssigkeit)

aufweichen lässt. Von völlig so grosser Bedeutung ist aber folgendes Verhältnis.

Es ist eine Thatsache, dass die Seitenwände der Pallisadenzellen Verschiedenheiten aufweisen, u. a. dadurch, dass sie mehr oder weniger glatt sind, dass sie mit Einschnürungen versehen sind, oder dass sie an begrenzten Orten stärker verdickt sind, wodurch Knoten entstehen. Meiner Überzeugung nach ist aber auf diese Verhältnisse übertriebenes Gewicht gelegt, indem sie nicht konstanter sind, als dass ein geübtes Auge sich leicht irrt, und in der Praxis wird es sich bald ergeben, wie wenig zweckmässig es ist, die Untersuchung auf zahlreiche Querschnitte zu basieren.

**Brassica Napus.** Die Farbe dunkel rotbraun; die Samenschale glatt.

Fig. 1 c, Tafel VI. Querschnitt. Die Epidermiszellen und das äussere Parenchym sind stark kollabiert und liegen bandförmig über den ungefähr gleich hohen Pallisadenzellen. Die Pigmentzellen enthalten rotbraunen Farbstoff.

Fig. 1 a und 1 b, Tafel VI. Samenschale in Flächenansicht; sie zeigt keine oder unwesentliche Maschenzeichnung. a zeigt die Gegend von Mikropyle, wo die Pallisadenzellen breiter und von regelmässiger Form und Ordnung sind, ein Verhältnis, welches innerhalb der Familie gewöhnlich zu finden ist.

Fig. 1 d, Taf. VI. Schnitt der Samenschale eines unreifen Samens. Epidermiszellen und äusseres Parenchym sind noch mit Stärke gefüllt; die Pallisadenzellen sind ungefärbt, ihr Dickenwachstum ist noch nicht abgeschlossen; nach diesen folgt ein Parenchym, das später die Pigmentzellen bildet.

**Brassica Rapa.** Die Farbe rotbraun, etwas heller als die des Rapses. Die Samenschale ist deutlich maschengezeichnet.

Fig. 2 a, Tafel VI. Querschnitt der Samenschale. Epidermiszellen und äusseres Parenchym liegen wie bei dem Raps kollabiert über den Pallisadenzellen, die hier von ungleicher Höhe sind. Der Unterschied ist jedoch nicht sehr gross und die Maschenzeichnung infolgedessen nicht sehr stark. Die Anzahl von Zellschichten im äusseren Parenchym ist zwei, selten drei.

Fig. 2 b, Tafel VI. Samenschale in Flächenansicht. Die Pallisadenzellen innerhalb der Maschenzeichnung sind durchgehends vom grösseren Diameter, als die höheren, aber engeren Pallisadenzellen des Netzes.

Fig. 2 c, Tafel VI. Querschnitt der Radicula.

Fig. 2 d, Tafel VI. Querschnitt von Kotyledon mit Prokambiumsträngen; in einigen der Zellen sind die Aleuronkörner dargestellt; sie sind dadurch erkennbar, dass sie Globoiden enthalten; ausserdem sind drei Myrosinzellen sichtbar. Deren Anzahl ist bei dem Rübsen weit geringer, als bei *Sinapis alba*, *Sinapis arvensis*, *Brassica nigra* u. a. m. Die Myrosinzellen sind sowohl in der Ober- als der Unterseite der Kotyledonen, jedoch nicht unter den Epidermiszellen zugegen.

**Brassica campestris.** Die Farbe dunkel rotbraun. Die Samenschale stark maschengezeichnet.

Fig. 3b, Tafel VII. Querschnitt der Samenschale. Epidermiszellen und äusseres Parenchym liegen wie bei den obengenannten kollabiert über den sehr ungleich hohen Pallisadenzellen.

Fig. 3a, Tafel VII. Samenschale in Flächenansicht. Die Maschenzeichnung tritt weit stärker als bei dem Rübsen hervor.

Fig. 3c, Tafel VII. Querschnitt von einem unreifen Samen, zu dem Zeitpunkte gemacht, wo die Pallisadenzellen anfangen Farbe anzunehmen. Nach der Epidermis folgen äusseres Parenchym mit zwei Zellschichten und die Pallisadenzellen, welche drei Schichten dem äusseren Integument entsprechen, demnächst vier Schichten dem inneren Integument entsprechender Pigmentzellen und nach diesen das Endosperm, dessen äusserste Zellschicht (p) die Proteinzellen bildet.

**Brassica dichotoma.** Die Farbe rotbraun, bisweilen graubläulich. Die Samenschale glatt oder schwach maschengezeichnet.

Fig. 4a, Tafel VII. Samenschale in Flächenansicht. Die Epidermiszellen bilden ein grossmaschiges Netz über den Pallisadenzellen. Der Schleim zeigt sich konzentrisch gestreift.

Fig. 4b, Tafel VII. Querschnitt der Samenschale. Die Epidermiszellen quellen mit Wasser, der gebildete Schleim zeigt Schichtung. Äusseres Parenchym ist stark kollabiert. Die Pallisadenzellen sind von ungefähr gleicher Höhe.

Der Same gehört zu „indischem Raps“, jedoch kommt er auch, wenn auch bei weitem nicht in so grosser Menge, unter „Schwarzmeer-Raps“ vor.

**Brassica glauca** var. sem. luteis. Die Farbe gelbweiss. Die Samenschale glatt.

Fig. 5a, Tafel VII. Samenschale in Flächenansicht; sie ist ganz glatt.

Fig. 5b, Tafel VII. Querschnitt der Samenschale. Epidermis und äusseres Parenchym liegen kollabiert über den ungefärbten und gleich hohen Pallisadenzellen. Die Pigmentzellen sind leer.

Fig. 5c, Tafel VII. Endospermrest aus der Gegend unter Mikropyle. Die braunsamige Varietät, die immer die gelbsamige in kleinerer Menge begleitet, weicht nur durch Gehalt an hellem rotbraunem Farbstoff ab.

Unter „indischem Raps“.

**Brassica juncea** var. sem. fuscis. Die Farbe rotbraun. Die Samenschale maschengezeichnet.

Fig. 6b, Tafel VIII. Querschnitt der Samenschale. Die Epidermiszellen quellend, der Schleim zeigt Schichtung. Die Pallisadenzellen sind von sehr ungleicher Höhe.

Fig. 6a, Tafel VIII. Samenschale in Flächenansicht. Die Maschenzeichnung tritt stärker als bei *Brassica dichotoma* hervor.

Die gelbsamige Varietät weicht durch den Mangel an Farbstoff ab. Dem geringen Material nach, welches mir zur Verfügung stand, scheint es, dass die Varietät weniger stark

maschengezeichnet ist, wie auch die Epidermiszellen bei Wasserzufuhr nicht völlig so stark quellen.

Unter „indischem Raps“ und Schwarzmeer-Raps“.

**Brassica ramosa.** Die Farbe heller oder dunkler rotbraun. Die Samenschale stark maschengezeichnet.

Fig. 7b, Tafel VIII. Querschnitt der Samenschale. Epidermis und äusseres Parenchym liegen kollabiert über den sehr ungleich hohen Pallisadenzellen.

Fig. 7a, Tafel VIII. Samenschale in Flächenansicht. Die Maschenzeichnung tritt stark hervor.

Unter „indischem Raps“.

Der Same weicht von *Brassica campestris* durch beträchtlich niedrigere und häufig zugleich engere Pallisadenzellen ab. Innerhalb der Maschenzeichnung zeigen sich die Pallisadenzellen wegen der geringeren Höhe heller, als bei *Brassica campestris*. Ausserdem kommt *Brassica ramosa*, immer von anderen indischen Samen: *Brassica dichotoma* und *Brassica glauca* begleitet, vor.

**Barbarea vulgaris.** Die Farbe braungrau. Die Samenschale glatt.

Fig. 8b, Tafel VIII. Querschnitt der Samenschale. Die Epidermiszellen enthalten einen die Zelle nicht füllenden, geschichteten Schleim. Der Platz des Schleimes ist immer an der Aussenwand, und von hier dringt er glockenförmig die Seitenwände hinab; diese sind nicht selten verdickt. Äussere Parenchymzellen sind nicht zugegen, oder sie kommen in einer einzelnen, selten in zwei Schichten vor; die Wände sind häufig verdickt und bräunlich gefärbt. Die Pallisadenzellen sind breit mit abgerundeten, nicht glatt abgeschnittenen Seitenwänden.

Fig. 8a, Tafel VIII. Samenschale in Flächenansicht. Die Epidermiszellen sind entfernt. Die Pallisadenzellen enthalten je einen Einzelkrystall, seltener eine Krystallgruppe aus oxalsaurem Kalk; ich habe dieses Verhältnis bei anderen Arten (*Barbarea praecox*, *B. bracteosa*) bemerkt, aber übrigens innerhalb der Familie dasselbe nicht gefunden.

**Camelina sativa.** Die Farbe gelbrot. Die Samenschale glatt.

Fig. 9b, Tafel IX. Querschnitt der Samenschale. Die Epidermiszellen sind quellend, mit einer axilen Schleimsäule, die durch die Aussenwand hervorbricht; am Fusse ist sie von einer Scheide umgeben. Die Pallisadenzellen sind niedrig und breit mit oben abgerundeten Seitenwänden. Äusseres Parenchym ist nicht zugegen; das Integument ist demnach nur aus Epidermis- und Pallisadenzellen gebildet.

Fig. 9a, Tafel IX. Samenschale in Flächenansicht. Wegen der hellen und dünnen Samenschale kann man bei höherer oder niedrigerer Einstellung alle Schichten beobachten.

Kommt häufig, teils als zufällige Verunreinigung, teils als absichtliche Beimischung vor; in den letzten Jahren jedoch

weniger häufig, als früher. Kuchen, die in einigemassen reichlicher Menge Leindotter enthalten, haben ausgeprägten Zwiebelgeschmack.

**Capsella bursa pastoris.** Die Farbe rotgelb. Die Samenschale glatt.

Fig. 10b, Tafel IX. Querschnitt der Samenschale. Die Epidermiszellen sind quellend; es wird eine axile, bleibende Säule hinterlassen; an der Aussenwand ist am häufigsten ein kleiner, aus der Säule gesprengter Zapfen zu erblicken. Äusseres Parenchym ist nicht zugegen. Die Pallisadenzellen sind sehr niedrig und breit.

Fig. 10a, Tafel IX. Samenschale in Flächenansicht. Da der Schleim nicht austretend ist, erscheinen die Schichten noch deutlicher als bei dem vorigen.

**Erucā sativa.** Die Farbe ist hauptsächlich gelb, doch kommen die Samen mit einer dunkler rotgelben Farbe oder mit ziemlich grossen grünlich-braunen Flecken häufig vor. Die Samenschale glatt.

Fig. 11b, Tafel IX. Querschnitt der Samenschale. Die Epidermiszellen sind quellend, der Schleim zeigt Schichtung und axile Säule. Die Seitenwände der Pallisadenzellen sind am oberen Teile unverdickt. Die Pigmentzellen sind leer oder enthalten Farbstoff, der einen dunkleren Ton hat, als der der Pallisadenzellen.

Fig. 11a, Tafel IX. Samenschale in Flächenansicht. Die doppelte Kontur, die die Epidermiszellen zeigen, ist durch Verdickung der Ränder der Aussenwände verursacht.

Kommt sowohl unter Samen aus indischem als aus süd-europäischem Ursprung vor.

**Erysimum orientale.** Die Farbe mattbraun. Die Samenschale beinah glatt.

Fig. 12b, Tafel IX. Querschnitt der Samenschale. Die Epidermiszellen sind quellend, mit austretendem Schleim; die Seitenwände sind verdickt und haben hohe Poren. Die Seitenwände der Pallisadenzellen sind am untersten Teile verdickt, selten weiter hinauf, wie an der Figur links angegeben.

Fig. 12a, Tafel IX. Samenschale in Flächenansicht. Die starke Schleimbildung verursacht, dass die unterliegenden Schichten nur undeutlich erscheinen.

Kommt sowohl unter Samen aus indischem als aus europäischem Ursprung vor.

**Lepidium campestre.** Die Farbe braunrot. Die Samenschale glatt.

Fig. 13, Tafel X. Querschnitt der Samenschale. Die Epidermiszellen quellend, mit einer axilen, an Form ziemlich verschiedenen Säule; dann und wann ist zu erkennen, dass nicht völlig umgebildete Stärke in der Säule zugegen ist. Die Pallisadenzellen sind ungewöhnlich hoch; unter diesen erscheint eine Schicht von grossen, leeren Pigmentzellen.

**Brassica nigra** (Melanosinap. nigra L.). Die Farbe rotbraun. Die Samenschale maschengezeichnet.

Fig. 14 b, Tafel X. Querschnitt der Samenschale. Die Epidermiszellen sind niedrig und quellend, der Schleim zeigt Schichtung, ohne axile Säule.<sup>1)</sup> Die Seitenwände haben ganz feine Poren, was aber erst erkennbar wird, wenn der Schleim entfernt ist. Äusseres Parenchym ist aus einer einzelnen, selten aus zwei Zellschichten gebildet. Die Pallisadenzellen sind von ungleicher Höhe und am oberen Teile unverdickt; dieser dringt zwischen die oben liegenden Parenchymzellen hinauf. Siehe auch die Figur D, Tafel V.

Fig. 14 a, Tafel X. Samenschale in Flächenansicht; zuoberst die Epidermiszellen, deren Seitenwände feine Poren zeigen. Die Pallisadenzellen zeigen eine kräftige Maschenzeichnung.

Die Handelsware enthält häufig eine grössere oder kleinere Anzahl Samen von grauweisser Farbe; diese ist durch Beschädigung der ausserhalb der Pallisadenzellen liegenden Zellschichten verursacht.

**Raphanus Raphanistrum.** Die Farbe rotgelb. Die Samenschale glatt.

Fig. 15 b, Tafel X. Querschnitt der Samenschale. Epidermiszellen und äusseres Parenchym weichen, wenn auch etwas schwerlich, aus. Die Pallisadenzellen sind ziemlich niedrig und von ungleicher Höhe.

Fig. 15 c, Tafel X. Querschnitt der Samenschale eines unreifen Samens.

Fig. 15 a, Tafel X. Samenschale in Flächenansicht. Epidermiszellen und äusseres Parenchym sind mehr oder weniger deutlich zu erkennen der Zeit nach, wo Wasser auf die Samenschale eingewirkt hat. Die Pallisadenzellen zeigen eine nicht sehr kräftige Maschenzeichnung.

Obgleich der Same von dem trockenen, nussartigen Perikarp umschlossen ist, habe ich häufig in Kuchen europäischen Ursprungs geringere Mengen desselben nachgewiesen.

**Sinapis alba.** Die Farbe gelbweiss. Die Samenschale glatt.

Fig. 16 b, Tafel XI. Querschnitt der Samenschale. Die Epidermiszellen sind quellend, der Schleim zeigt Schichtung und axile Säule. Die Aussenwand ist am Rande etwas verdickt, die Seitenwände haben Poren. Die Anzahl von Schichten im äusseren Parenchym ist 1—3, am häufigsten 2. Die Zellen weichen leicht bis auf die ursprüngliche Form aus; die Wände zeigen kollenchymatische Verdickung und haben Poren. Die Pallisadenzellen sind ungefärbt und von ungefähr gleicher Höhe. Der obere Teil der Seitenwände ist unverdickt; hier sowohl als bei *Sinapis dissecta* dringt der unverdickte Teil der Pallisadenzellen in die unterste Zellschicht des äusseren Parenchym hinauf, aber bei weitem nicht so regelmässig, wie bei *Brassica nigra*, wo jeder Schnitt dieses Verhältnis zeigt.

<sup>1)</sup> Die Figur in MOLLERS Lehrbuch der Pharmacognosie, Wien 1889, S. 195, zeigt Epidermiszellen, die doppelt so hoch wie breit sind. Epidermis von dieser Form ist nur um den Nabel zugegen, siehe Fig. G, Tafel V. Der Schleim ist unrichtig mit axiler Säule dargestellt.

Fig. 16 a, Tafel XI. Samenschale in Flächenansicht.

Fig. 16 c, Tafel XI. Querschnitt der Samenschale eines unreifen Samens. Äusseres Parenchym enthält noch Stärke in reichlicher Menge.

Fig. 16 d, Tafel XI. Querschnitt, den Endospermrest zeigend, der Radicula umschlossen und die Hälften des einen Kolyledon getrennt hat.

**Sinapis arvensis.** Die Farbe von matt rotbraun bis schwarzbraun. Die Samenschale glatt.

Fig. 17 b, Tafel XI. Querschnitt der Samenschale. Die Epidermiszellen sind quellend, mit charakteristisch geformtem, nicht austretendem Schleim. Das stark kollabierte äussere Parenchym ist aus zwei Zellschichten gebildet. Die Pallisadenzellen sind ziemlich hoch, aber eng; öfters sind sie von einer heller gelblichen Farbe, als der Inhalt der Pigmentzellen.

Fig. 17 a, Tafel XI. Samenschale in Flächenansicht. Die Aussenwand der Epidermiszellen ist am Rande etwas verdickt. Der Schleim zeigt eine axile Säule.

Der Same kommt sehr häufig in Kuchen vom verschiedensten Ursprung vor; er lässt sich leicht erkennen, teils durch den charakteristisch geformten Schleim, der an den Rändern am deutlichsten erscheint, wo die Epidermiszellen über die Pallisadenzellen hinaus liegen, teils durch die eigentümliche Farbe der Pallisadenzellen. Jos. MÖLLER<sup>1)</sup> giebt an, dass der Same scharf ist und deshalb für die Verfälschung von schwarzem Senf geeigneter ist, als die Samen von Raps, Rübsen und Kohl. Ackersenf entwickelt indessen kein Senföl; er enthält Sinalbin, wogegen Rübsen eben Sinigrin enthält.

**Sinapis dissecta.** Die Farbe matt rotbraun. Die Samenschale schwach maschengezeichnet.

Fig. 18 b, Tafel XII. Querschnitt der Samenschale. Die Epidermiszellen sind quellend, der Schleim zeigt Schichtung und axile Säule. Die Seitenwände haben feine Poren. Äusseres, aus zwei Zellschichten bestehendes Parenchym hat kollenchymatisch verdickte Zellen, deren Wände mit Poren versehen sind. Die Seitenwände der Pallisadenzellen sind am oberen Teile unverdickt, sie sind von ungleicher Höhe und zeigen dieselbe matt rotbraune Farbe, wie der Inhalt der Pigmentzellen.

Fig. 18 a, Tafel XII. Samenschale in Flächenansicht. Die Aussenwand der Epidermiszellen ist am Rande verdickt. Die Maschenzeichnung der Pallisadenzellen ist ziemlich kräftig, um aber diese Schicht deutlich zu erkennen, müssen die äusseren Schichten abgeschabt werden.

Die Ähnlichkeit mit dem Samen von *Sinapis alba* ist gross. Die wesentlichsten Abweichungen sind der Gehalt an Farbstoff und das Vorkommen von nicht gleich hohen Pallisadenzellen. Das Glykosid ist auch hier Sinalbin.

<sup>1)</sup> Lehrbuch der Pharmacognosie S. 195—196.



Kommt, jedoch nicht häufig, sowohl unter indischen als südeuropäischen Samen vor.

**Sisymbrium officinale.** Die Farbe rotgelb. Die Samenschale glatt.

Fig. 19 b, Tafel XII. Querschnitt der Samenschale. Die Epidermiszellen sind quellend, der Schleim zeigt Schichtung und axile Säule, tritt aber nur mit Schwierigkeit aus. Die Pallisadenzellen sind nur am untersten Teile verdickt.

Fig. 19 a, Tafel XII. Samenschale in Flächenansicht. Alle Schichten erscheinen deutlich bei höherer oder niedrigerer Einstellung.

**Sisymbrium Sophia.** Die Farbe gelb. Die Samenschale glatt.

Fig. 20, Tafel XII. Samenschale in Flächenansicht.

Der Bau der Samenschale ist dem bei *Capsella bursa pastoris* beschriebenen sehr ähnlich. Eine Vergleichung ergibt jedoch, dass bei *Capsella* die Pallisadenzellen breiter sind.

**Thlaspi arvense.** Die Farbe dunkelrotbraun. Die Samen haben nach der Länge laufende Rippen.

Fig. 21 a, Tafel XII. Querschnitt der Samenschale. Epidermis und äusseres Parenchym liegen kollabiert über den stark verdickten und sehr ungleich hohen Pallisadenzellen. Die Pigmentzellen, von denen die innerste Schicht am besten erhalten ist, sind in der Regel leer, zeigen aber dunkel gefärbte Wände.

Fig. 21 b, Tafel XII. Querschnitt der Samenschale eines unreifen Samens.

Fig. 21 c, Tafel XII. Der Same schwach vergrößert.

Kommt sehr häufig als zufällige Verunreinigung vor.

**Diplotaxis erucoides.** Die Farbe hellgelb. Die Samenschale glatt.

Fig. 27 b, Tafel XV. Querschnitt der Samenschale. Die Epidermiszellen haben Schleim; bei Wasserzufuhr quillt der Schleim und tritt nach Sprengen der Wand hervor; nach Einwirkung während kürzerer Zeit löst sich der Schleim mit Ausnahme der übrig bleibenden inneren Haut. Die Seitenwände der Pallisadenzellen sind nur am untersten Teile verdickt, oder sie sind ganz unverdickt; sie besitzen eine hellgelbe Farbe. Die Pigmentzellen sind leer oder enthalten einen Farbstoff von dunklerem Tone, als dem der Pallisadenzellen.

Fig. 27 a, Tafel XV. Samenschale in Flächenansicht. In Schalen teilen, wo der Schleim durch Auswaschen mit Wasser entfernt ist, erscheinen alle Schichten bei höherer oder niedrigerer Einstellung. Infolge der ungleichen Verteilung des Farbstoffes zeigt die Oberfläche dunklere Flecken.

Wenn dieser Same hier beschrieben wird, ist es durch einen Aufsatz von LOUIS PLANCHON<sup>1)</sup> veranlasst. Es geht aus diesem hervor, dass die Pflanze in einigen Gegenden Frankreichs

<sup>1)</sup> Sur les propriétés toxiques du *Diplotaxis erucoides* (D. C.). Journal de Pharmacie et de Chimie 6<sup>e</sup> serie, Tome VII, 1898, S. 16.

unter lose gehenden Schafen mehrere Todesfälle verursacht hat. Es ist konstatiert, dass die Schafe nach Fressen der Pflanze erkranken, und dass die Krankheit als eine Entzündung der Schleimhäute erscheint; es ist ferner nachgewiesen, dass die vegetativen Teile der Pflanze Senföl entwickeln. Es soll gesagt werden, dass die Pflanze seit den späteren Jahren sich stark verbreitet hat, und es kann deshalb möglich sein, dass der Same in Rapskuchen vorkommen können wird.

Das Material für die Untersuchung habe ich von dem botanischen Garten zu Kopenhagen erhalten. Beim Hinstellen ins Wasserbad in üblicher Weise entwickelten die Samen eine reichliche Menge Senföl.

Eine Vergleichung wird ergeben, dass mit Bezug auf den Bau der Samenschale eine grosse Ähnlichkeit mit *Sisymbrium officinale* vorhanden ist. Einiger Unterschied findet sich mit Bezug auf die Menge und die Verteilung des Farbstoffes, der bei dem letzteren Samen in der ganzen Schicht vorkommt. Ein weit wesentlicherer Unterschied ist jedoch an den Verhältnissen der Epidermiszellen vorhanden, denn während bei dem *Sisymbrium*-Samen der Schleim nur mit Schwierigkeit so stark quoll, dass er hervortrat, so erfolgt dies gleich bei dem *Diplotaxis*-Samen.

Die beschriebenen Cruciferensamen mit Ausnahme von *Diplotaxis erucoides* und den *Sisymbrium*-Arten sind alle in Rapskuchen nachgewiesen, die zur Untersuchung hier im Laboratorium eingesandt gewesen sind, *Lepidium campestre* und *Barbarea vulgaris* jedoch nur einzelne Male.

Bei den unter Gruppe III gerechneten Kuchen ist, wie oben erwähnt, Beimischung von Hanfsamen und Baumwollensamen nicht selten konstatiert worden. Was den Hanf betrifft, erfolgt der Zusatz in Form von der zermahlene Nussfrucht. Insofern die Beimischung einigermaßen reichlich gewesen ist, wird das aus dem Kuchen extrahierte Rohfett grünfarbig erscheinen.

Die Versetzung mit Baumwollensamen hat in allen beobachteten Fällen nur in Form der Samenschale stattgefunden; dieser erscheint in grosser Menge als Abfall bei der Herstellung der teilweise abgeschalteten Kuchen aus Baumwollensamen.

Die braunfarbige Baumwollensamenschale ist denn auch ein ganz zweckmässiger Verfälschungstoff, besonders wenn sie, was

augenscheinlich erzielt gewesen ist, bis auf eine passende Feinheit gebracht wird. Unter den reingeschlämmten Schalenteilen verrät sich unter der Lupe die Baumwollensamenschale durch ihre festere Konsistenz; sie lässt sich nicht wie die Cruciferensamenschale mittelst der Pincette biegen. Vorhandene Keimteile sind übrigens durch die grünliche Farbe und die braunen Harzräume von dem Keim der Cruciferen zu unterscheiden.

Fig. 22 b, Tafel XIII. Querschnitt der Baumwollensamenschale. Innerhalb der Haare findet sich ein Parenchym, dessen äusserste dünnwandige Zellen Farbstoff enthalten; die beiden innersten Zellschichten sind dickwandig und grenzen an die Pallisadenzellen. Das benutzte Präparat ist mit verdünnter Kalilauge gekocht worden, wodurch der Farbstoff entfernt wird und die Zellen der stark kollabierten inneren Pigmentschicht ausgeweicht werden.

Fig. 22 c und d, Tafel XIII. Pallisadenzellen, durch Kochen mit der SCHULTZE'schen Mazerationsflüssigkeit isoliert. c von oben gesehen.

Fig. 22 a, Tafel XIII. Der obere Teil der Samenschale in Flächenansicht; zwei Baumwollenhaare sind gezeichnet, ausserdem ist der Platz zweier nicht gezeichneter Haare zu erkennen.

#### **Cannabis sativa.**

Fig. 23 a, Tafel XIII. Die Pallisadenzellen in Flächenansicht.

Fig. 23 b, Tafel XIII. Eine einzelne Pallisadenzelle von der Seite gesehen.

Ferner soll erwähnt werden, dass während weniger Jahre Kuchen erschienen, die in etwas grösserer oder geringerer Menge Sesamsamen enthielten. Seit kurzem erscheinen diese Kuchen nur ausnahmsweise, und die Menge von Sesamsamen ist ausserdem eine weit geringere gewesen.

#### **Spargula sativa.**

Fig. 24 b, Tafel XIII. Querschnitt der Samenschale.

Fig. 24 a, Tafel XIII. Samenschale in Flächenansicht. Die schützende Schicht besteht aus Zellen, die sich mit Sternen gezeichnet zwischen einander einkleinen. Die Form ist bei der Nelkenfamilie gewöhnlich und von *Agrostemma Githago* wohl bekannt. Beide Figuren sind nach Präparaten gezeichnet, aus denen der undurchsichtige Farbstoff durch kurzdauernde Erwärmung mit der SCHULTZE'schen Mazerationsflüssigkeit entfernt ist.

Fig. 24 c, Tafel XIII. Querschnitt der Samenschale, an dem Flügel mit Trichomen.

Fig. 24 d, Tafel XIII. Trichom.

Die sonst noch vorkommenden Unkrautsamen sind wesentlich solche, deren Bestimmung annehmbar keine Schwierigkeit darbietet. Die Samen und die Früchte von *Plantago*, *Galium* und *Chenopodiaceen* kommen so gut wie immer in ganzem Zustande vor, während die Nuss der *Polygonaceen* entweder in

ganzem Zustande — bei den zweieckigen — oder zerquetscht, aber die ganzen Flächen aufzeigend — bei den dreieckigen — zu finden ist.

Noch soll erwähnt werden, dass man in der landwirtschaftlichen Litteratur häufig den Ricinus-Presskuchen als Untermischungsmaterial, besonders in Rapskuchen, genannt findet. Inwiefern irgend ein Fall vorliegt, wo eine derartige Verfälschung konstatiert worden, ist mir nicht bekannt; dagegen habe ich wiederholentlich die Mutmassung aufgestellt gesehen, dass nach Füttern mit Rapskuchen erschienene schädliche Wirkungen einer vermuteten Untermischung von Ricinus-Presskuchen beizumessen seien. Hier am Laboratorium ist eine solche Untermischung niemals beobachtet worden, und da die Kontrolle eine so umfassende ist, spricht die Wahrscheinlichkeit dafür, dass Kuchen dieser Beschaffenheit hier nicht eingeführt gewesen sind. Jedoch ist man nicht berechtigt, die Möglichkeit von der Richtigkeit solcher Behauptungen durchaus abzulehnen; ich habe sogar Ursache zu mutmassen, dass die grosse Menge von Ricinus-Presskuchen, die jährlich hergestellt werden, in der That auf diese Weise auszunutzen gesucht werden. Vor wenigen Jahren kam mir in Hände ein Muster, das ein hiesiger Kaufmann von England empfangen hatte; es wurde ausdrücklich angegeben, dass der Stoff für Untermischung in Futtermittel geeignet war, und die Untersuchung ergab, dass der Stoff gerade aus grob zermahlenden Samenschalen von Ricinus, mit Keim und Endosperm vermischt, bestand (es sind ja in der Regel die abgeschalteten Samen, die gepresst werden). Diese Beobachtung veranlasste mich zu weiteren Untersuchungen, denn wenn es sich zeigt, dass der Ricinus-Presskuchen auf diese Art und Weise auszunutzen gesucht wird, dann kann man auch nicht den Gedanken an dieselbe Verwendung von dem Presskuchen des weit giftigeren Croton-Samens ablehnen. Eine kurzgefasste Beschreibung des Samenschalenbaues wird ergeben, dass man imstande ist, die beiden Samen zu unterscheiden, indem übrigens auf den betreffenden Aufsatz<sup>1)</sup> verwiesen wird.

#### **Ricinus communis.**

Die Epidermiszellen sind am häufigsten 5—7eckig und von grösserer Breite als Höhe. Sie schliessen ein Cellulose-Netz

<sup>1)</sup> B. GRAM, Om Frøskallens Bygning hos Euphorbiaceerne. Botanisk Tidsskrift Bd. 20, S. 358 ff, Kjöbenhavn 1896.

ein, welches entweder ganz ungefärbt oder von heller oder dunkler rotbrauner Farbe ist, und in dessen Hohlräumen sich oft Farbstoff eingelagert findet; dieses Verhältnis ist dasjenige, welches die Marmorierung der Samenschale bedingt. Die Epidermiszellen liegen in der Regel dicht aneinander, hie und da findet man doch Interzellularen von etwas verschiedener Grösse und von drei bis mehr Epidermiszellen umgeben. Unter der Epidermis folgt ein aus vier bis fünf Zellschichten bestehendes Schwammparenchym, an der Raphe ist die Anzahl von Zellschichten vermehrt. In dem reifen Samen ist die ganze Schicht stark kollabiert.

Darnach folgt eine einzelne Schicht von radial gestreckten Zellen, die, von oben gesehen, 4—8eckig sind; die Seitenwände haben Poren und bilden Interzellularen. Diese Zellschicht ist charakteristisch für die Euphorbiaceen, die hier kohlen sauren Kalk ablagern. In geringem Grade ist dies der Fall eben mit dem Ricinus- und dem Croton-Samen, besonders letzterem, wo nicht einmal alle Zellen das Kalksalz enthalten.

Hiernach folgt eine aus sehr hohen Zellen gebildete Pallisadenschicht; die Zellen haben verholzte und stark verdickte Wände mit dicht aneinander gestellten Porenkanälen. An der Innenseite der Pallisadenschicht haften Rückstände eines Parenchymgewebes, gewöhnlich eine einzelne Zellschicht. Während des Eintrocknens des Samens ist an diesem Orte eine Zerrei ssung des Gewebes erfolgt, wodurch die weissen, aus kollabierten Zellen gebildeten, Keim und Endosperm umschliessenden Häute von dem äusseren Teile der Samenschale losgerissen sind. Der Ursprung der Schichten ist wie folgt: Äusseres Integument reicht bis an die Pallisadenschicht. Die Pallisadenzellen bilden sonach die äusserste Zellschicht des inneren Integument, und die losgesprengte Haut rührt teils vom inneren Integument, teils von Nucellus her.

Fig. 25 a, Tafel XIV. Querschnitt der Samenschale.

Fig. 25 b, Tafel XIV. Eine Epidermiszelle von oben gesehen. Die Bildung des Cellulose-Netzes ist im Anfang.

Fig. 25 c, Tafel XIV. Querschnitt von Epidermiszellen ungefähr auf derselben Entwicklungsstufe als voriger.

Fig. 25 d, e, f, Tafel XIV. Die Interzellularen der Oberhaut auf verschiedenen Stufen der Entwicklung.

Fig. 25 i, Tafel XIV. Querschnitt einer Samenknospe; er zeigt die Grenze zwischen innerem Integument (i. I.) und Nucellus (n.).

Fig. 25 k, Tafel XIV. Querschnitt eines Teiles vom inneren Integument, unmittelbar innerhalb der Pallisadenzellen.

**Croton Tiglium.** Die Epidermiszellen. Die Form ist wie bei dem Ricinus-Samen. Interzellularen sind nicht zugegen. Sie enthalten einen rotbraunen Farbstoff, der entweder als eine homogene, die Zelle ausfüllende Masse oder als eine aus kugeligen Partikeln zusammengehäufte Masse, in welcher wohlerhaltene Stärkekörner oft zu erkennen sind; dann und wann findet man Zellen, welche Stärke, aber keinen Farbstoff enthalten; schliesslich finden sich eine Anzahl Zellen, die ein Cellulose-Netz zeigen, welches, selbst wo es am kräftigsten entwickelt ist, jedoch schwächer, als das in der Epidermis des Ricinus-Samens ist. Das Schwammparenchym ist aus drei bis vier Zellschichten gebildet; an der Raphe ist die Anzahl von Zellschichten vermehrt.

An beiden Seiten des Gefässbündels kommen Steinzellen einzeln oder in Gruppen vor; sie haben oft Form und Ordnung als Schwammparenchym bewahrt. An diesem Orte erscheint zugleich ein grossmaschiges Netz von gestreckten, rotbraunen, Farbstoff enthaltenden Parenchymzellen.

Die hiernach folgende Schicht von radial gestreckten Zellen ist der entsprechenden bei dem oben genannten sehr ähnlich, jedoch sind die Zellen durchgängig höher und breiter, wie auch die Poren der Seitenwände deutlicher sind.

Fig. 26 a, Tafel XV. Epidermiszellen in Flächenansicht; rechts eine Zelle mit Zellulose-Netz, links Farbstoff oder Stärke enthaltende Zellen.

Fig. 26 b, Tafel XV. Querschnitt von Epidermiszellen, Cellulose-Netz zeigend.

Fig. 26 c, Tafel XV. Das Schwammparenchym unter der Epidermis, in Flächenansicht.

Fig. 26 d, Tafel XV. Gruppe von Steinzellen im Schwammparenchym an der Raphe.

Fig. 26 e, Tafel XV. Die Kalkkarbonatzellen.

Fig. 26 f, Tafel XV. Schematische Wiedergabe der Kalkkarbonatzellen.

Fig. 26 g, Tafel XV. Querschnitt der Samenschale.

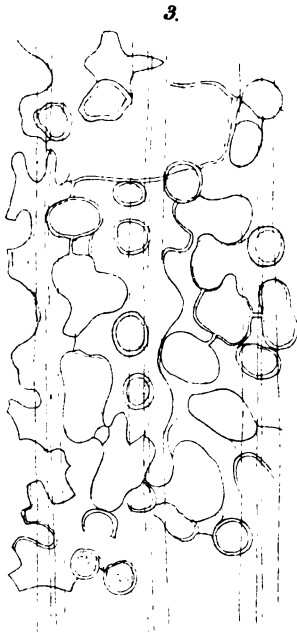
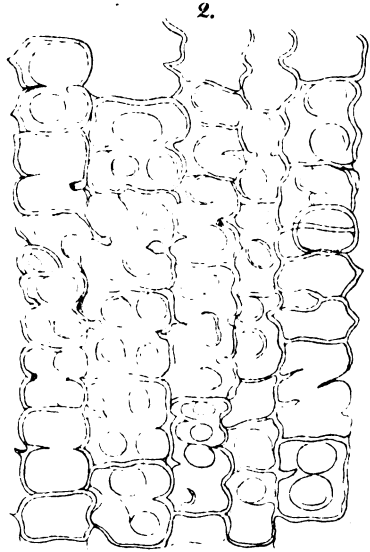
Durch die Verschiedenheiten an der Epidermis und durch das Vorkommen von Steinzellen in dem Schwammparenchym des Croton-Samens lässt es sich mit Sicherheit entscheiden, ob im gegebenen Falle Presskuchen aus einem oder dem anderen dieser Samen vorliegt.

Druck von Friedrich Stollberg in Merseburg.



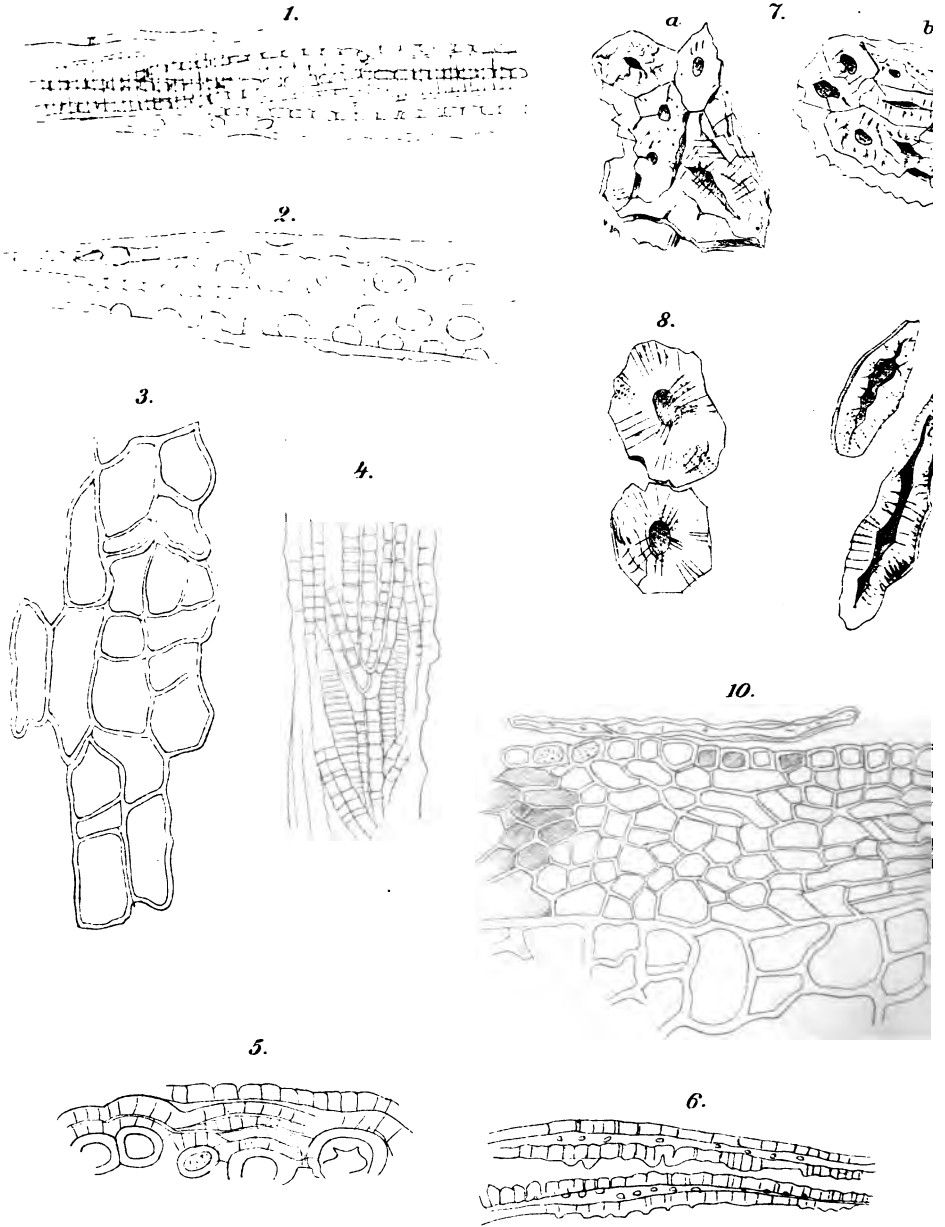


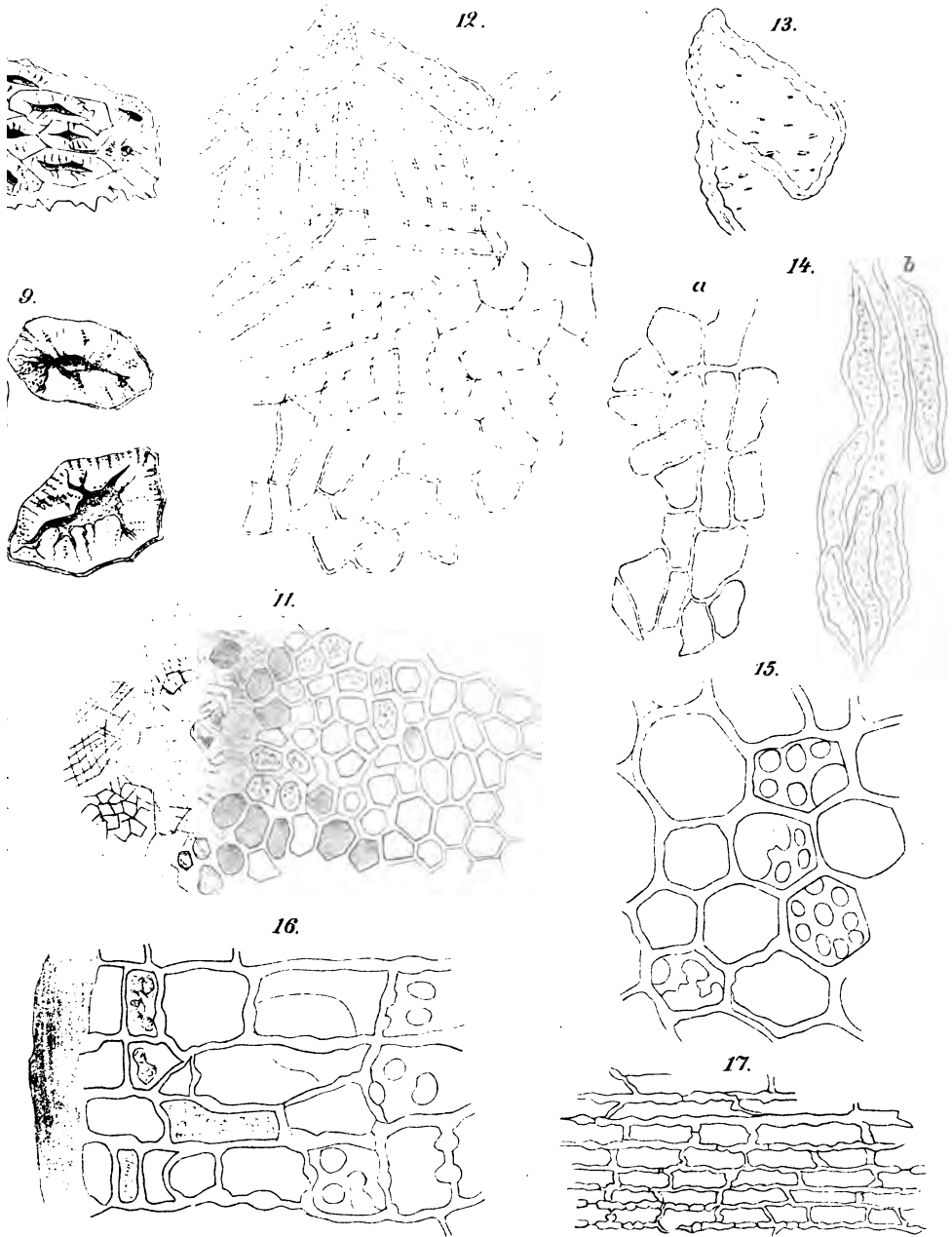








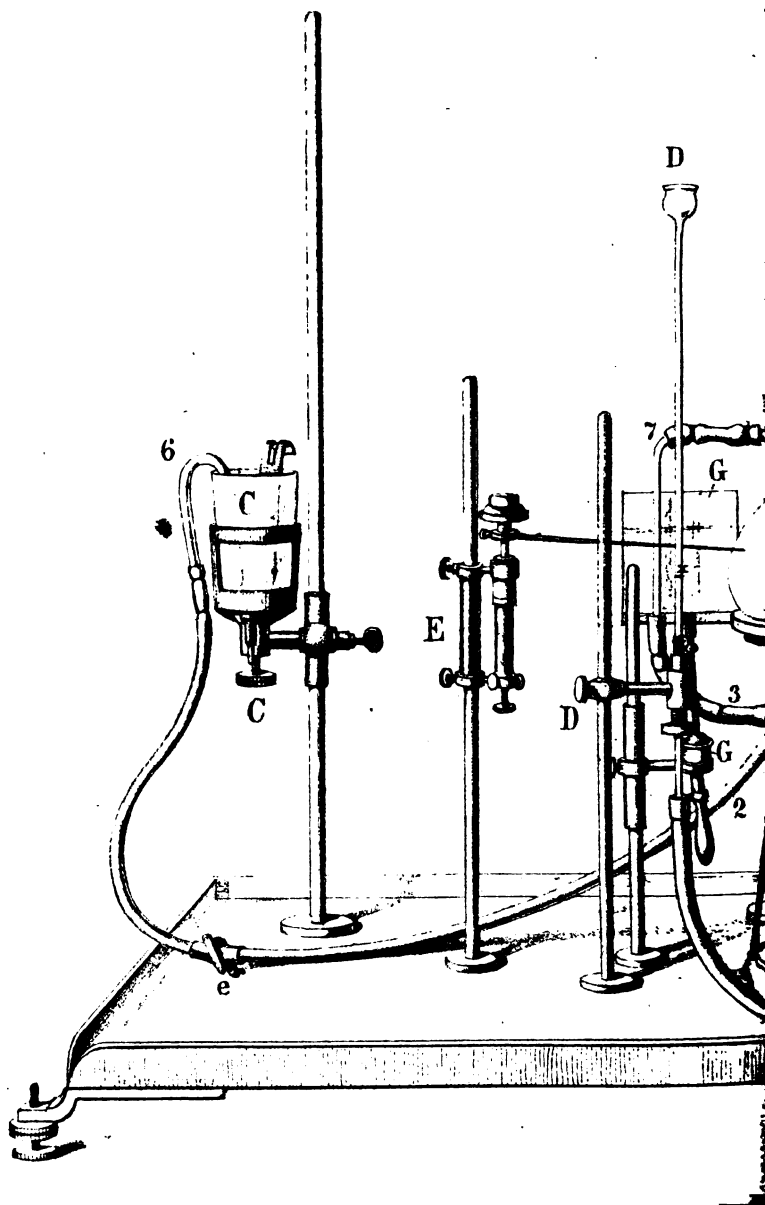




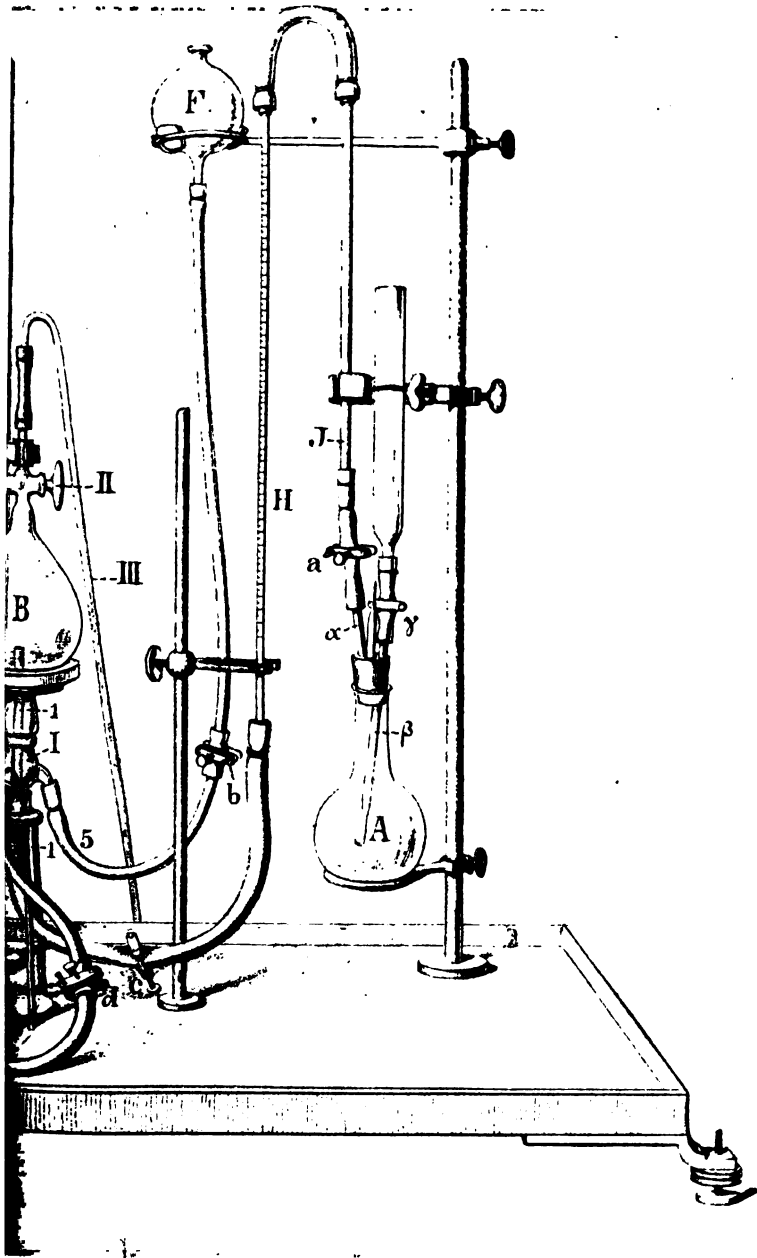




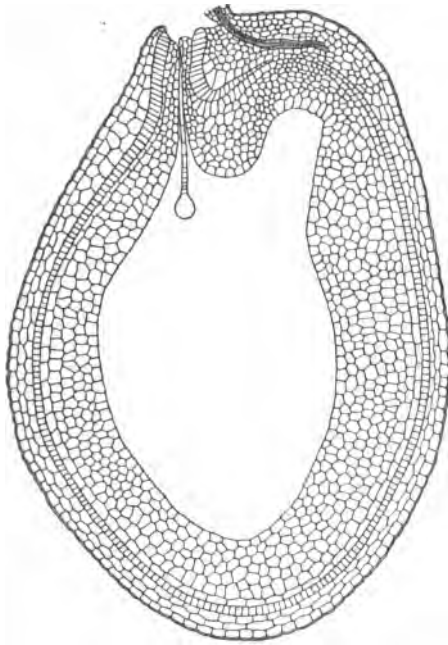




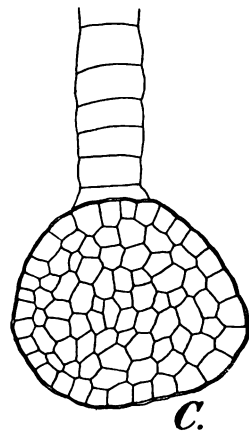
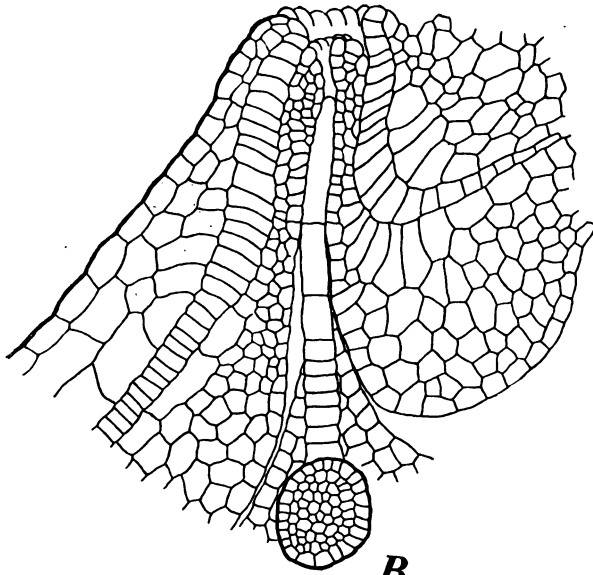
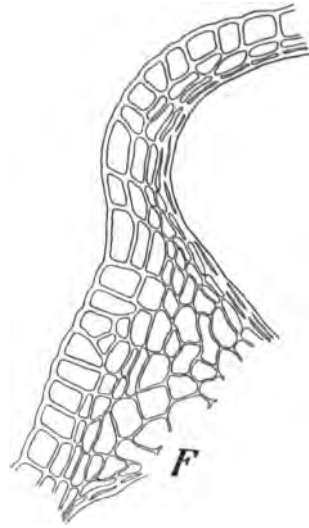
Tafel III.





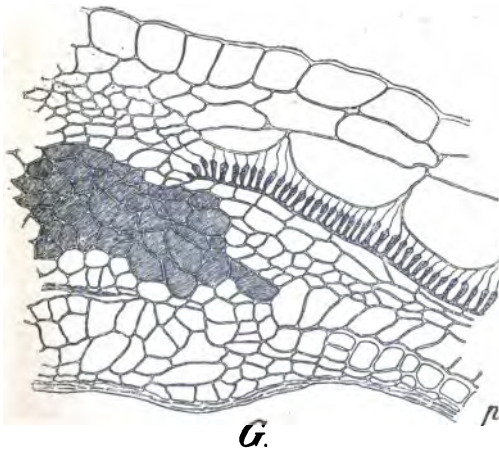
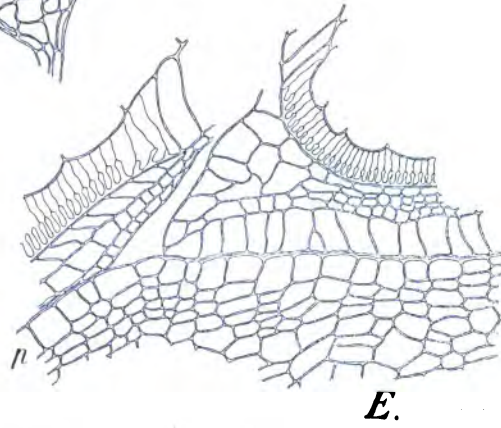
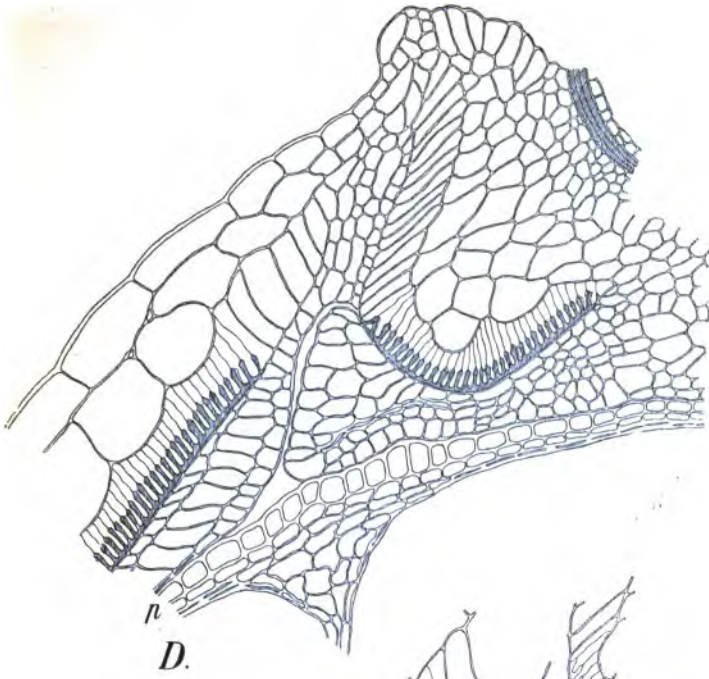


A.



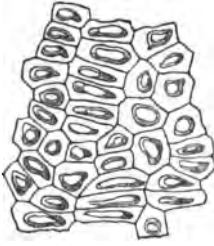
A. B. C. Brassica campestris. F. Brassica nigra.



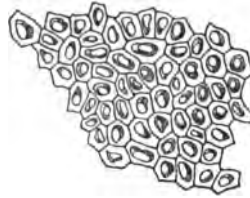


D. E. G. Brassica nigra.

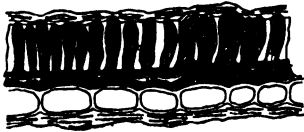




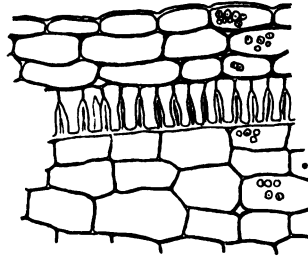
1a.



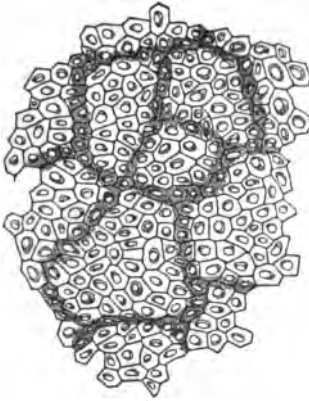
1b.



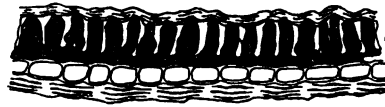
1c.



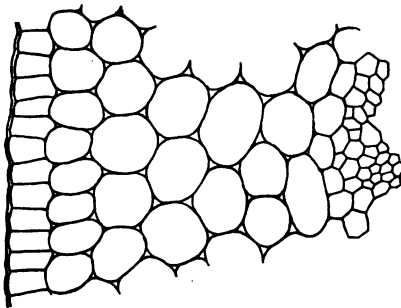
1d.



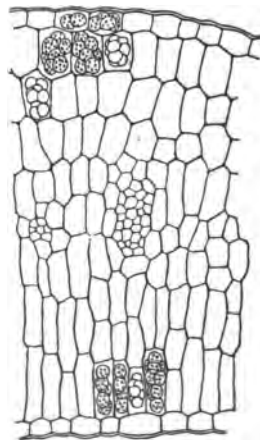
2a.



2b.



2c.

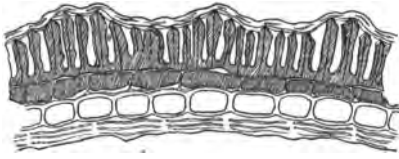


2d.

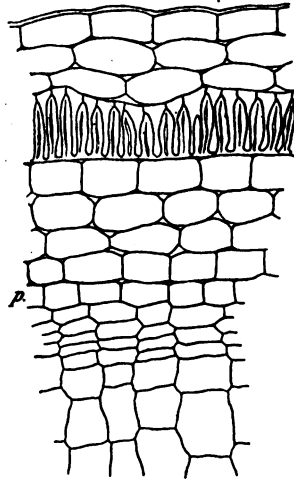
1. Brassica Napus. 2. Brassica Rapa.



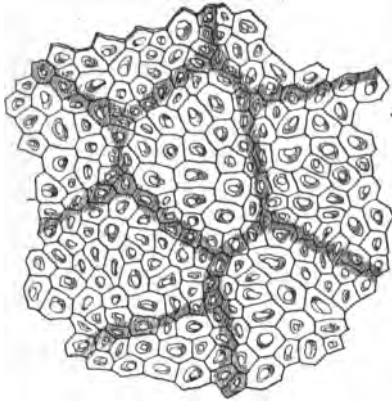




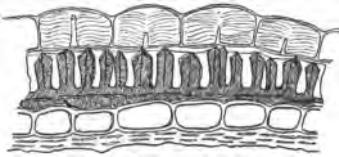
3b.



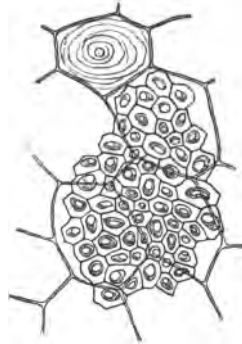
3c.



3a.



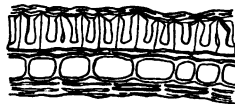
4b.



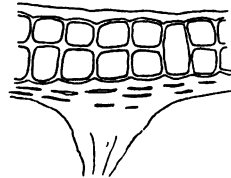
4a.



5a.



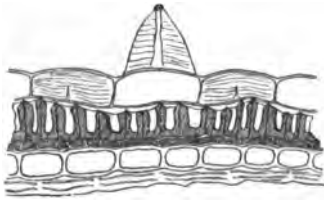
5b.



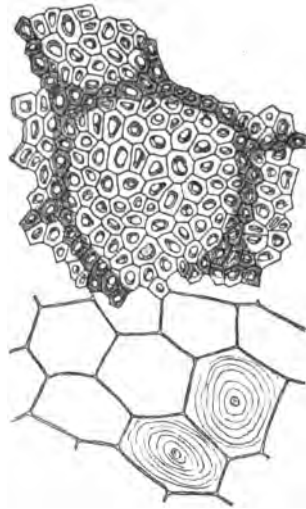
5c.

3. *Brassica campestris*. 4. *Brassica dichotoma*. 5. *Brassica glauca*.

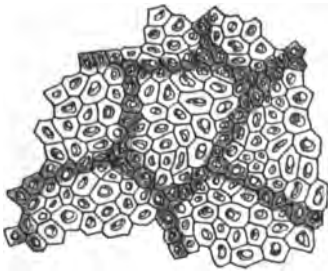




6b.



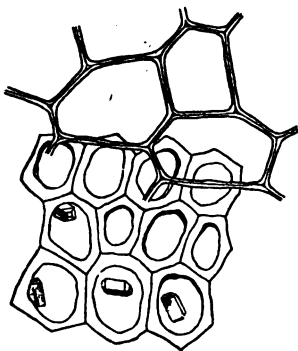
6a.



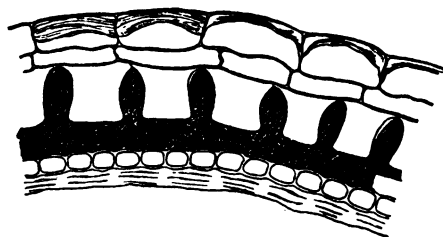
7a.



7b.



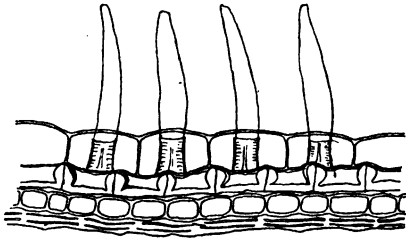
8a.



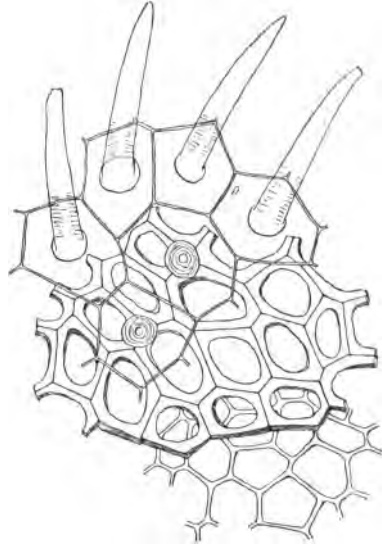
8b.

6. *Brassica juncea*. 7. *Brassica ramosa*. 8. *Barbarea vulgaris*.

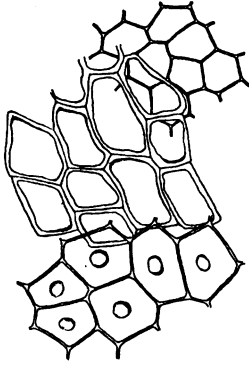




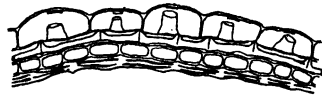
9b.



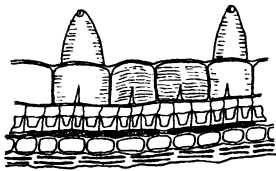
9a.



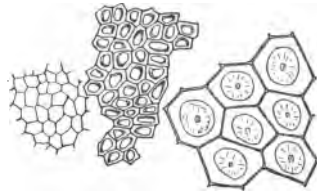
10a.



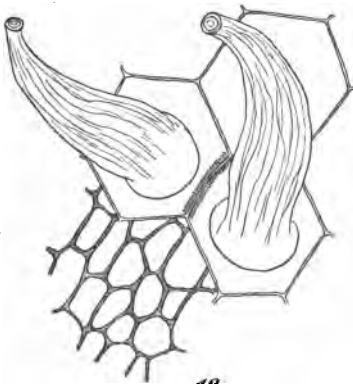
10b.



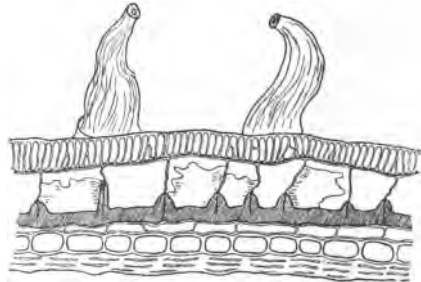
11b



11a.



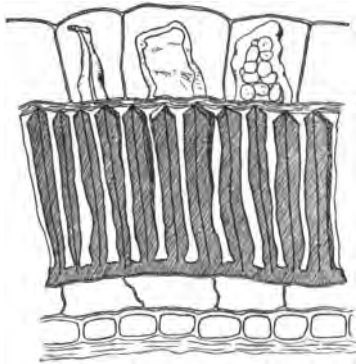
12a.



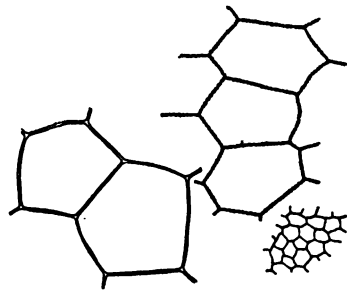
12b.

9. *Camelina sativa*. 10. *Capsella bursa pastoris*. 11. *Eruca sativa*.  
12. *Erysimum orientale*.

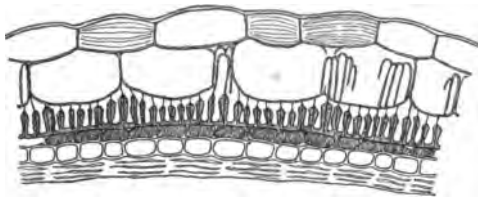




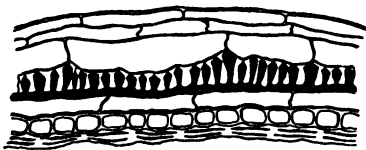
13.



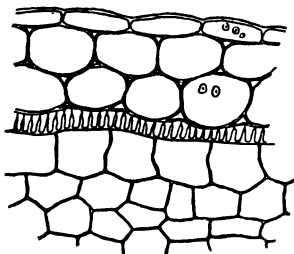
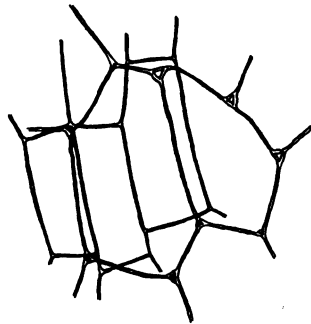
14 a.



14 b.



15 b.



15 a.

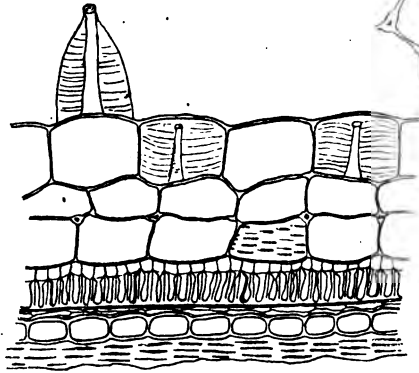
15 c.

13. *Lepidium campestre*. 14. *Brassica nigra* (*Melanosinapis nigra* L.).

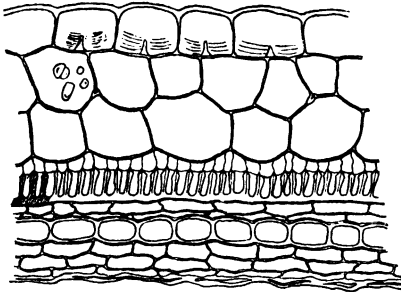
15. *Raphanus Raphanistrum*.



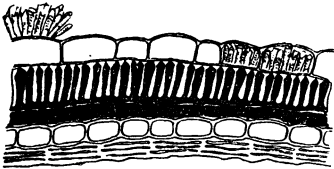




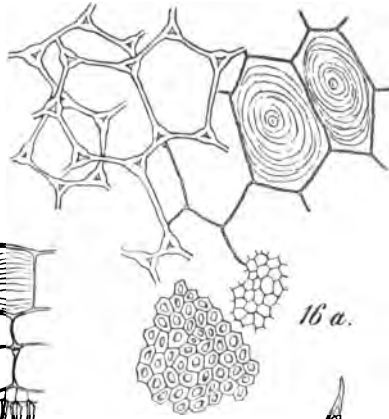
16 b.



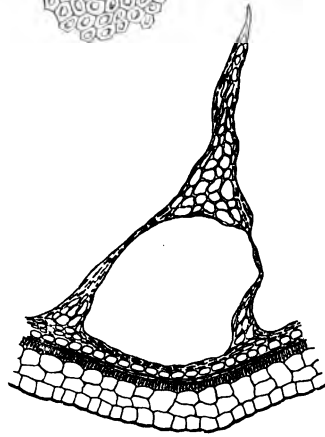
16 c.



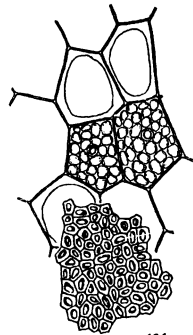
17 b.



16 a.



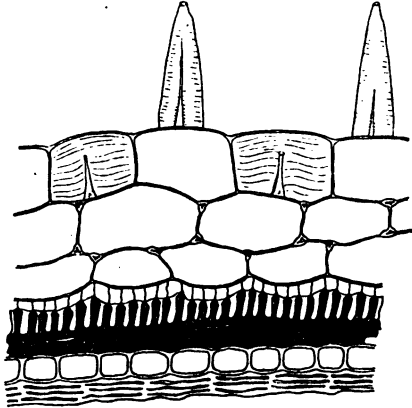
16 d.



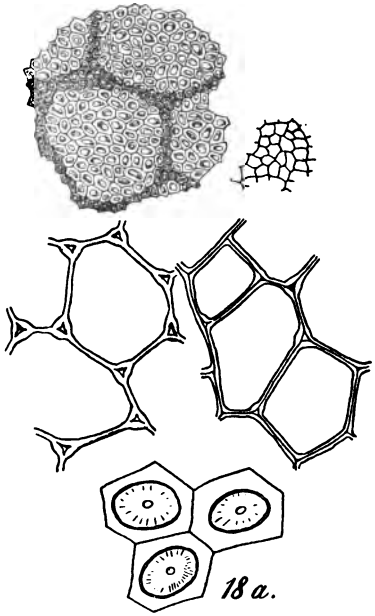
17 a.

16. *Sinapis alba*. 17. *Sinapis arvensis*.

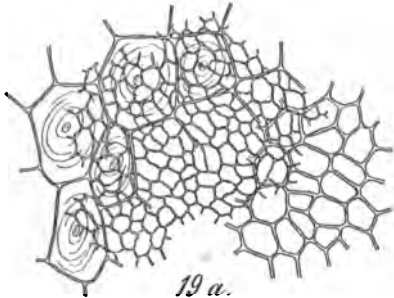




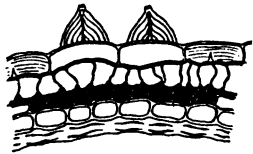
18 b.



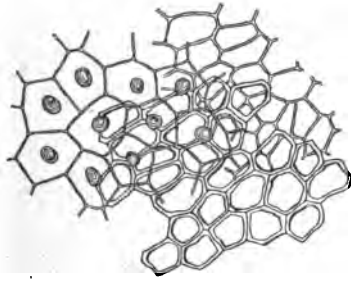
18 a.



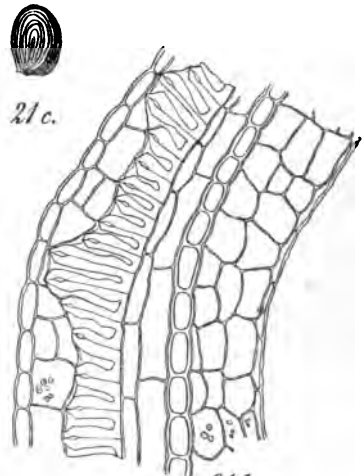
19 a.



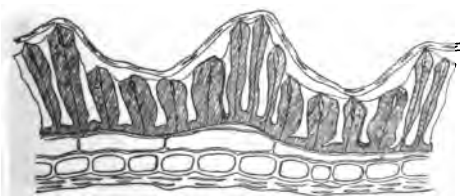
19 b.



20.



21 b.

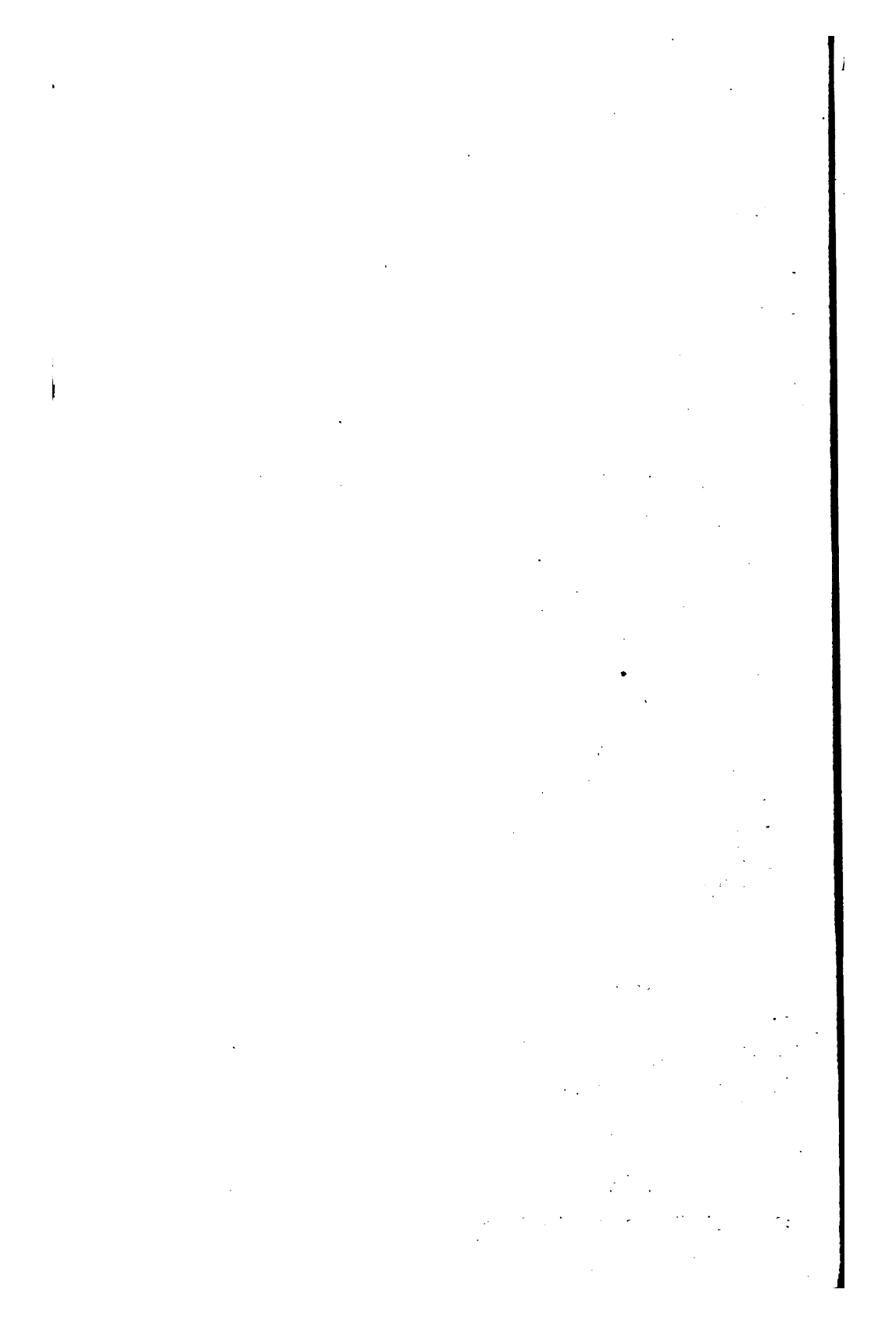


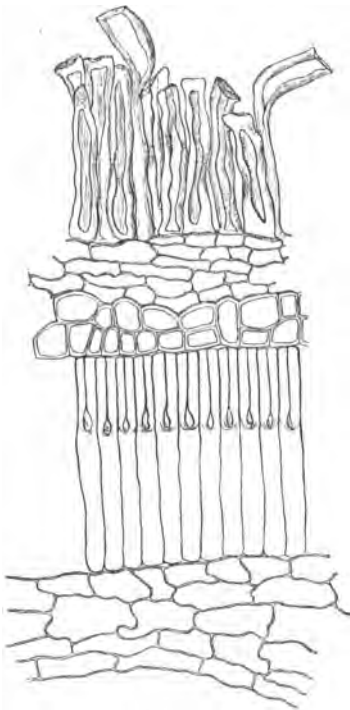
21 a.



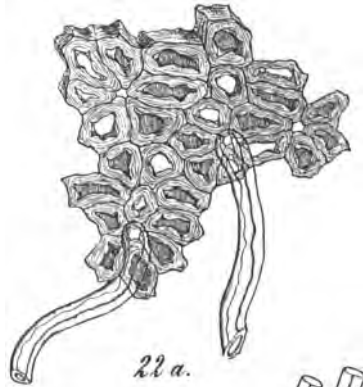
21 c.

18. *Sinapis dissecta*. 19. *Sisymbrium officinale*. 20. *Sisymbrium Sophia*.  
 21. *Thlaspi arvense*.

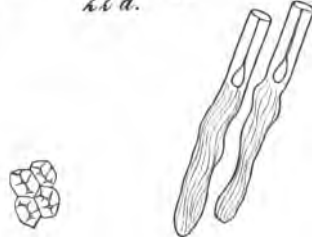




22 b.



22 a.



22 c-d.



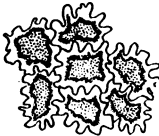
24 b.



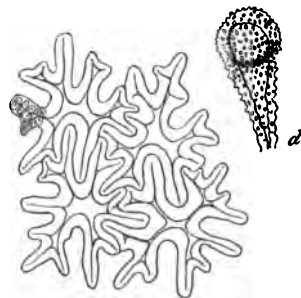
23 b.



23 c.



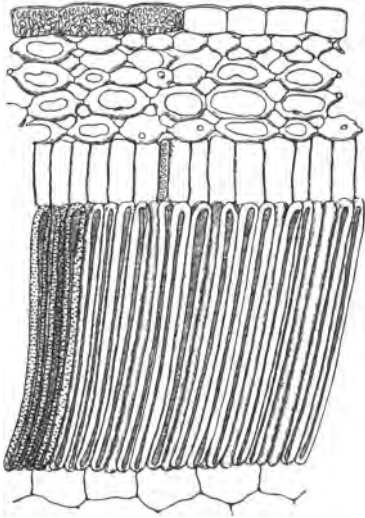
23 a.



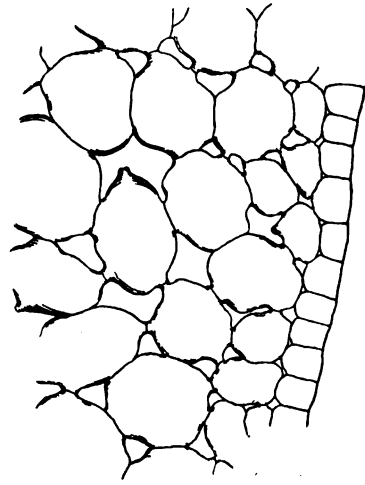
24 a.

22. *Gossypium*. 23. *Cannabis sativa*. 24. *Spergula sativa*.





25a.



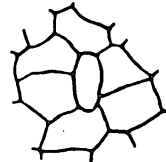
25k.



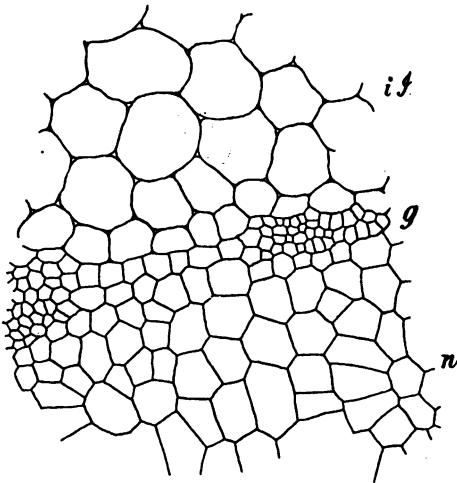
25b.



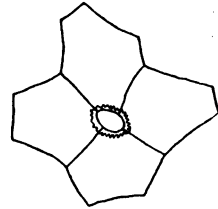
25c.



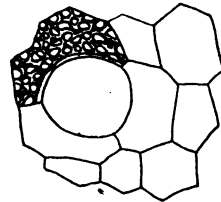
25d.



25i.



25e.



25f.

25. Ricinus communis.





UNIVERSITY OF MICHIGAN



3 9015 06555 8630

