

# Über die Bedeutung der Pentosane als Bestandteile der Futtermittel, insbesondere des Roggenstrohes.

Von  
Albin von Rudno Rudzinski.

Mit einer Abbildung.

---

(Der Redaktion zugegangen am 16. November 1903.)

---

## Literaturübersicht.

Die Pentosane sind Kohlenstoffverbindungen von der allgemeinen Formel  $C_5H_8O_4$ .<sup>1)</sup> Sie sind die Anhydride der Pentosen, denen die Formel  $C_5H_{10}O_5$  zukommt, wie Kiliani<sup>2)</sup> für die von Scheibler<sup>3)</sup> zuerst dargestellte Arabinose, Tollens<sup>4)</sup> für die von Thomsen<sup>5)</sup> entdeckte Xylose nachwies. Durch E. Fischer<sup>6)</sup> sind die Pentosen näher untersucht worden; es ist ihm gelungen, noch zwei Pentosen synthetisch darzustellen, sodaß von den acht möglichen Formen nunmehr fünf bekannt sind, nämlich r- und l-Arabinose, Xylose, Ribose und Lyxose. Außerdem sind noch vier Methylderivate der Pentosen: Rhamnose, Fucose, Chinovose und Isorhamnose<sup>7)</sup> aufgefunden worden.

Weder die Pentosane noch die Pentosen kommen frei in der Natur vor; ein zu dieser Gruppe gehöriger Alkohol, der Adonit,<sup>8)</sup> ist in dem Adonisröschen nachgewiesen worden. An andere Körper gebunden sind die Pentosane weit verbreitet; nach den bisherigen Untersuchungen sind sie stets Begleiter der Kohlehydrate in der pflanzlichen Zelle.

---

1) Tollens, «Kurzes Handbuch der Kohlehydrate», 1898.

2) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Bd. 19, S. 3029.

3) » » » » » » 6, S. 612.

4) » » » » » » 21, S. 3508.

5) Journal für praktische Chemie, Bd. 19, S. 146.

6) Jahresbericht der Agrikulturchemie, 1896, S. 280.

7) » » » » 1896, S. 279.

8) Die landwirtschaftl. Versuchsstationen, Bd. 48, S. 102.

Ihre Verbindung mit der Zellulose ist so eng,<sup>1)</sup> daß es bisher noch nicht gelungen ist, eine quantitative Trennung<sup>2)</sup> dieser beiden Körpergruppen herbeizuführen. Säuren, welche so konzentriert sind, daß sie sämtliche Pentosane in Lösung überführen, greifen die Zellulose an, weniger konzentrierte Säuren lösen nur einen Teil der Pentosane. Daher werden bei den üblichen Rohfaserbestimmungen je nach der angewendeten Methode wechselnde Mengen Pentosane als Rohfaser mitbestimmt.<sup>3)</sup>

Als Bestandteile der schwer zersetzbaren Zellmembran sind die Pentosane überall nachweisbar, wo sich unzersetzte Pflanzenreste vorfinden. Sie sind daher im Humus<sup>4)</sup> bestimmbar sowie im Torf.<sup>5)</sup> Mit der Tiefe des Moores und steigendem Kohlenstoffgehalt nimmt der Pentosangehalt ab und verschwindet schließlich ganz.

Der Vorgang, welchem die Pentosane ihre Entstehung verdanken, ist noch nicht aufgeklärt. Durch Assimilation, wie die Kohlehydrate, scheinen sie nicht gebildet zu werden; wenigstens fand de Chalmot<sup>6)</sup> den Pentosangehalt in Blättern abends nicht regelmäßig höher als morgens, was bei den bei der Assimilation gebildeten Stoffen bekanntlich stets der Fall ist.

Es wird gegenwärtig allgemein angenommen, daß die Pentosane zu den Endprodukten des Stoffwechsels gehören; Tollens<sup>7)</sup> definiert sie als «Produkte der regressiven Stoffmetamorphose» und nimmt an, daß sie durch Oxydation der Hexosen bei Gegenwart eines Fermentes entstehen. Diese Hypothese wird durch die Beobachtung wahrscheinlich, daß bei Oxydation von Rohrzucker, Milchzucker und Stärke mittels Chromsäure Verbindungen entstehen, welche die den Pento-

<sup>1)</sup> Zentralblatt für Agrikulturchemie, 1893, S. 270.

<sup>2)</sup> Landwirtschaftl. Jahrbücher, Bd. 23, S. 18.

<sup>3)</sup> Die landwirtschaftl. Versuchsstationen, Bd. 48, S. 110, u. Journal für Landwirtschaft, Bd. 40, S. 343.

<sup>4)</sup> Journal für Landwirtschaft, Bd. 44, S. 189 u. Bd. 46, S. 17.

<sup>5)</sup> » » » » 44, » 190.

<sup>6)</sup> Zentralblatt für Agrikulturchemie, Bd. 25, S. 61.

<sup>7)</sup> Journal für Landwirtschaft, Bd. 44, S. 190.

sanen charakteristische Eigenschaft, beim Erhitzen mit Salzsäure Furfurol zu liefern, besitzen. Auf die Mitwirkung eines Fermentes bei der Pentosanbildung läßt eine Beobachtung von König<sup>1)</sup> schließen. Dieser fand nämlich im Bienenhonig Pentosane. Da in den Pflanzen freie Pentosane nicht nachweisbar sind, folgerte er, daß sich in dem Honigmagen der Biene ein Ferment befinden müsse, welches die im Nektar und Pollen befindlichen Polyanhydride der Pentosen, welche die Hexosen überall begleiten, in Lösung überführt.

Sicher erwiesen ist nur, daß die Bildung von Pentosanen bzw. Pentosen nur in der lebenden Pflanze erfolgt, und daß der Pentosangehalt mit dem Alter der Pflanze zunimmt.<sup>2)</sup>

In ihrem chemischen Verhalten zeigen die Pentosane große Ähnlichkeit mit den Kohlehydraten.<sup>3)</sup> Wie die Zuckerarten sind sie optisch aktiv und reduzieren Fehlingsche Lösung; analog der Stärke sind sie in kaltem Wasser fast unlöslich, werden aber unter Dampfdruck zum Teil in Lösung übergeführt; bei der Behandlung mit Diastase ist eine Verzuckerung von bis zu 15,22 % der Pentosanmenge beobachtet worden. Daher werden sie bei den üblichen Stärke- und Zuckerbestimmungen zum Teil mitbestimmt.<sup>4)</sup>

Alkalien und verdünnte Säuren führen die Pentosane in Lösung über, allerdings nur einen Teil; zur völligen Auflösung ist die Behandlung mit konzentrierten Säuren erforderlich.

Beim Erhitzen mit Salzsäure liefern die Pentosane Furfurol, während die Kohlehydrate bei Einwirkung heißer Salzsäure Lävulinsäure geben. Dieses Verhalten ist für die Pentosane charakteristisch. Zwar liefern Glykuronsäure, ein selten auftretender Bestandteil des Harns, sowie in geringem Maße Stärke und Zucker<sup>5)</sup> ebenfalls Furfurol bei der Destillation mit Salzsäure; doch ist es üblich, alle furfurolliefernden Stoffe als Pentosane zu bezeichnen.

<sup>1)</sup> Die landwirtschaftl. Versuchsstationen, Bd. 48, S. 102.

<sup>2)</sup> Journal für Landwirtschaft, Bd. 44, S. 189.

<sup>3)</sup> Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Bd. 39, S. 401 und Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Bd. 21, S. 3508.

<sup>4)</sup> Die landwirtschaftl. Versuchsstationen, Bd. 48.

<sup>5)</sup> Chemiker-Zeitung 1892, S. 1719.

Setzt man einer Flüssigkeit, welche Furfurol enthält, Phloroglucin zu, so wird sie kirschrot. Die Flüssigkeit zeigt alsdann im Spektrum einen Absorptionsstreifen im Gelbgrün.<sup>1)</sup> Die Reaktion ist sehr deutlich und tritt bei Spuren von Furfurol ein, so daß sie allgemein zum qualitativen Nachweis der Pentosane angewendet wird. Stark verholzte Substanzen müssen mit schwacher Salzsäure digeriert werden, ehe die Reaktion eintritt.

Auch die quantitative Bestimmung beruht auf der Eigenschaft der Pentosane, beim Erwärmen mit Salzsäure Furfurol zu liefern, da bei genügend langer Behandlung die ganze Pentosanmenge in Furfurol übergeführt wird. Zur quantitativen Bestimmung der Pentosane sind drei Methoden<sup>2)</sup> ausgearbeitet, von denen die Phloroglucinmethode die relativ einfachste ist und mindestens ebenso sichere Resultate liefert, wie die beiden anderen, daher gegenwärtig als die konventionelle Methode<sup>3)</sup> gilt. Das Prinzip ist folgendes: Die Pentosane werden durch Destillation mit 12%iger Salzsäure in Furfurol übergeführt.

Pentosan      Furfurol

Dies erfolgt nach der Gleichung  $C_5H_8O_4 = C_5H_4O_2 + 2 H_2O$ ; das Furfurol wird als Phloroglucid durch Zusatz von Phloroglucin zu dem Destillat ausgefällt. Die Reaktion verläuft nach

Furfurol    Phloroglucin    Phloroglucid

folgender Gleichung:  $C_5H_4O_2 + C_6H_6O_3 = C_{11}H_6O_3 + 2 H_2O$ . Das Verhältnis von Phloroglucid zu Furfurol einerseits und von Furfurol zu den Pentosanen und Pentosen andererseits ist von Tollens und seinen Schülern experimentell festgestellt worden. Die dabei gewonnenen Fundamentalzahlen ermöglichen die Umrechnung von Phloroglucid zu Pentosanen, wobei der Fehler, welcher dadurch entsteht, daß das Phloroglucid in Salzsäure und Wasser nicht ganz unlöslich ist, Berücksichtigung findet. Um vergleichbare Resultate zu erhalten, muß auf das sorgfältigste das gleiche Arbeitsverfahren innegehalten werden.

Über die Aufgabe, welche die Pentosane in dem Haus-

<sup>1)</sup> Journal für Landwirtschaft, Bd. 40, S. 13.

<sup>2)</sup> » » » » 44, S. 176 u. 196.

<sup>3)</sup> Journal für Landwirtschaft, Bd. 48, S. 359.

halt der Pflanze zu erfüllen haben, ist noch wenig bekannt. de Chalmot<sup>1)</sup> beobachtete, daß Gramineensamen beim Keimen im Dunkeln eine beträchtliche Vermehrung ihres Pentosangehaltes aufweisen; er schließt daraus auf eine Umbildung der Kohlehydrate in Pentosane beim Keimen. Cross, Bevan und Claud Smith<sup>2)</sup> folgern aus ihren Untersuchungen, daß fertig gebildete Pentosane nicht zum Aufbau des Gewebes dienen, daß hingegen in den Assimilationsprodukten der Cerealien eine Gruppe furfurolliefernder Kohlehydrate vorhanden ist, welche zum Aufbau der Zellulose dienen.

Bei der weiten Verbreitung der Pentosane in den Nahrungsmitteln ist die Frage nach ihrer Verdaulichkeit und ihrem Nährwert von größter Bedeutung. Ebstein<sup>3)</sup> leugnet die Assimilationsfähigkeit der Pentosane durch den menschlichen Körper. Er beobachtete, daß aufgenommene Arabinose binnen wenigen Stunden im Harn wieder ausgeschieden wurde. Cremer<sup>4)</sup> dagegen konstatierte an sich selbst, daß von aufgenommenen 25,1 g Arabinose nur 9,13 g im Harn zur Ausscheidung gelangten. König und Reinhardt<sup>5)</sup> fanden, daß die Pentosane von Gemüse und Brot im menschlichen Körper nicht nur resorbiert, sondern auch in weit höherem Maße ausgenutzt wurden als die Zellulose.

Die an Tieren angestellten Versuche haben übereinstimmend ergeben, daß ein Teil der Pentosane der Verdauung unterliegt. Salkowski und Jastrowitz<sup>6)</sup> fanden nach Verabreichung von Arabinose an Kaninchen im Blut geringe, im Fleisch dagegen reichliche Mengen furfurolliefernder Substanz. Im Harn wurde nur ca.  $\frac{1}{5}$  der aufgenommenen Arabinose wieder ausgeschieden. Sie beobachteten dabei, ebenso wie Cremer bei Verfütterung von Arabinose, Xylose und Rhamnose an Kaninchen und Hühnern Glykogenbildung in der Leber. Die genannten

---

1) Berichte der deutschen chem. Ges., Bd. 27, S. 2722.

2) » » » » » » 28, S. 2608.

3) Zentralblatt für die medizinischen Wissenschaften 1892, S. 577.

4) Zeitschrift für Biologie 1892, S. 484.

5) Zentralblatt für Agrikulturchemie, Bd. 31, S. 669.

6) Zentralblatt für die medizinischen Wissenschaften 1893. S. 193.

Forscher vermuten, daß das Glykogen ein Umsetzungsprodukt der Pentosane sei, eine Ansicht, der Frentzel<sup>1)</sup> auf das entschiedenste entgegentritt.

Als ein anderes Umsetzungsprodukt der Pentosane gilt die Hippursäure. Pfeiffer und Eber<sup>2)</sup> wiesen nach, daß bei Verabreichung von Pentosanen in konzentrierter Form die Hippursäureausscheidung im Harn in nicht unbeträchtlicher Weise zunahm.

Bei Fütterungsversuchen mit Wiederkäuern haben sich sehr bedeutende Schwankungen in der Verdaulichkeit der Pentosane verschiedener Futtermittel ergeben. Stone und Jones<sup>3)</sup> verfütterten Kleie und verschiedene getrocknete Gramineensorten an Schafe und stellten die Verdaulichkeit der Pentosane im Heu zu 44—90% fest. Bei Ausscheidung des Resultates, welches bei dem Heu von *Calamagrostis canadensis* 90% betrug, berechneten sie als mittleren Verdauungskoeffizienten der Pentosane in den verschiedenen untersuchten Heuarten 58%. Die Pentosane wurden mittels der Phenylhydrazintitriermethode bestimmt.

Nach Weiske<sup>4)</sup> verdauten Schafe im Mittel von drei Versuchsreihen 65,1% der in Wiesenheu und Hafer verabreichten Pentosane. Die Bestimmungen erfolgten nach der gewichtsanalytischen Phenylhydrazinmethode.

Weiske schließt aus den angeführten Versuchen, daß der Nährwert der Pentosane dem der Kohlehydrate nicht völlig gleich sei.

Lindsey und Holland,<sup>5)</sup> welche die Verdaulichkeit der Pentosane in Heu und Biertrebern zu 56—89% fanden, halten es für noch nicht erwiesen, daß den Pentosanen ein Nährwert zuzusprechen sei, während Kellner<sup>6)</sup> behauptet, daß die Pentosane an der Fettbildung in derselben Weise teilnehmen, wie

---

1) Archiv für die gesamte Physiologie, Bd. 56, S. 273.

2) Die landw. Versuchsstationen, Bd. 47, S. 59 und Bd. 49, S. 97.

3) Berichte der deutschen chem. Ges. 1892, S. 563.

4) Diese Zeitschr., Bd. XX, S. 489.

5) Zentralblatt für Agrikulturchemie, Bd. 24, S. 311.

6) Die landw. Versuchsstationen, Bd. 53, S. 457.

Stärke und Zellulose. Die Ausnutzungsfähigkeit der Pentosane durch das Rind berechnet Kellner auf 72 %.

Da reine Zellulose nach den Forschungen von Henneberg, Stohmann, Lehmann und Kellner vollständig verdaulich ist, reine Zellulose aber der Hydrolyse schwerer unterliegt als reine Pentosane,<sup>1)</sup> so liegt die Vermutung nahe, daß reine Pentosane nicht nur vollständig verdaulich sind, sondern auch weniger Verdauungsarbeit beanspruchen als die Zellulose. In den Futtermitteln kommen die Pentosane rein nicht vor; ihre Verdaulichkeit wird sich stets nach der Menge inkrustierender Bestandteile und der mehr oder weniger innigen Verbindung der Pentosane mit diesen richten.<sup>2)</sup>

Zum Schluß der Einleitung sei noch kurz darauf hingewiesen, welche Stellung die Pentosane den Mikroorganismen gegenüber einnehmen. Die Frage nach der Vergärbarkeit der Pentosen ist wiederholt<sup>3)</sup> Gegenstand von Untersuchungen gewesen, welche ergaben, daß die Pentosen durch Hefe nicht vergärbar sind. Neuere Untersuchungen von Schöne und Tollens<sup>4)</sup> ergaben, daß bei Einwirkung frischer roher Lagerbierhefe auf Pentosen oder pentosanreiche Stoffe der Pentosangehalt bedeutend abnahm und, neben einigen nicht näher nachweisbaren Substanzen, wenig Alkohol, sowie Essigsäure und Milchsäure entstand. Hefereinkulturen zeigten eine weit geringere, aber immerhin erkennbare Einwirkung. Da die Ansichten sich widersprechen, ist die Frage nach der Vergärbarkeit der Pentosen als eine offene zu betrachten.

Erwiesen und allgemein anerkannt dagegen ist, daß die Pentosane gewissen Bakterienarten eine ausgezeichnete Nährstoffquelle bieten. Ausgedehnte Untersuchungen von Krüger und Schneidewind<sup>5)</sup> zeigen, daß die denitrifizierenden Mikro-

<sup>1)</sup> Die landw. Versuchsstationen, Bd. 56, S. 473.

<sup>2)</sup> » » » » 53, » 464.

<sup>3)</sup> Annalen der Chemie, Bd. 249, S. 257.

Berichte der deutschen chem. Ges., Bd. 23, S. 3796.

» » » » » » 27, » 3199 u. f.

» » » » » » 28, » 984 u. f.

<sup>4)</sup> Journal für Landwirtschaft, Bd. 49, S. 31.

<sup>5)</sup> Landwirtschaftliche Jahrbücher, Bd. 28, S. 217.

» » » » 29, » 747.

organismen bei Gegenwart von Pentosanen ihre zerstörende Tätigkeit in bedeutend höherem Maß ausüben als bei Gegenwart von Traubenzucker oder Mannit. Diese Tatsache sehen die genannten Forscher als den Grund für die mangelhafte Wirkung an, welche bei Anwendung von strohigem Stalldünger beobachtet worden ist.

Die im vorstehenden gegebene Übersicht über das, was wir gegenwärtig von den Pentosanen wissen, macht auf Vollständigkeit keinen Anspruch. Auf die wichtigsten Forschungen dürfte aber hingewiesen sein.

#### Düngung und Pentosangehalt im Roggenstroh.

In den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft, Bd. 28, S. 2604, wird über eine Arbeit von Cross, Bevan und Claud Smith referiert, in welcher sich die Bemerkung vorfindet, daß der Düngungszustand eines Feldes auf den Pentosangehalt kaum einen Einfluß ausübte. Mit Ausnahme dieses kurzen Hinweises enthält die Literatur keine Angaben über diesen Punkt. Dieser Umstand veranlaßte mich, einen Düngungsversuch auszuführen und durch Feststellung des Pentosangehaltes in Stroh, welches bei verschiedenen Düngungen, sonst aber unter ganz gleichen Bedingungen gewachsen war, einen Beitrag zu dieser Frage zu liefern.

Da nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung die Pentosane als Umbildungsprodukte der Kohlehydrate in der Pflanze angesehen werden müssen, könnte der Einfluß, welchen die Düngung auf die Kohlehydrate ausübt, auch im Pentosangehalt hervortreten. Daß ein derartiger Einfluß existiert, ist erwiesen; ich erinnere nur an die Beeinträchtigung des Stärkegehaltes in Kartoffeln und des Zuckergehaltes in Rüben durch Chlor- und durch späte Chilisalpeterdüngung, sowie an die von M. Fischer<sup>1)</sup> beobachtete, wenn auch geringe, so doch erkennbare Erhöhung des Gehaltes an stickstofffreien Extraktstoffen in Roggenkörnern durch einseitige Mineralstoffdüngung. Eine direkte Einwirkung der Düngung ist dabei wohl kaum anzunehmen; nur die Kaliumsalze scheinen zu den Kohlehydraten in direkter Beziehung zu stehen, da sie hauptsächlich in solchen

<sup>1)</sup> Berichte des landw. Inst. der Univ. Halle, Bd. 10, S. 57.



Diese Hypothese würde mit den Beobachtungen, daß die Bildung der Pentosane an das Leben der Zelle gebunden ist, und daß mit zunehmendem Alter der Pflanze der Pentosangehalt steigt, vereinbar sein; der Pentosangehalt müßte aber unbeeinflußbar sein durch den früheren oder späteren Eintritt der Reife sowie überhaupt durch alle Einwirkungen, welche die Düngung auf die Pflanzen auszuüben vermag. Daß dies tatsächlich der Fall ist, glaube ich, wie ich vorgreifend bemerken will, aus dem Resultat meines Versuches schließen zu dürfen. Ob die Umsetzung nach einer so einfachen Formel erfolgt, wie ich angegeben habe, ist natürlich fraglich, übrigens auch irrelevant, wenn die Annahme selbst auf Wahrscheinlichkeit Anspruch machen darf.

Zur Ausführung des Düngungsversuches stellte mir Herr Geheimrat Kühn gütigerweise Parzelle 6 auf dem Versuchsfeld des landwirtschaftlichen Instituts zur Verfügung. Dieselbe ist durch ein Drahtgitter abgeschlossen und enthält 14 rechteckige, 5 m lange und 2 m breite und außerdem 24 runde Zinkgefäße mit einem Durchmesser von 60 cm. Die Bodenoberfläche der rechteckigen Parzellen ist mithin 10 qm, die der kleinen 0,282743 qm. Die Zinkgefäße sind oben und unten offen und 133 cm tief in den Boden eingegraben. Sämtliche Parzellen wurden im Jahre 1894 mit sorgfältig gemischtem Boden gleichartiger Beschaffenheit gefüllt. Die mit Hilfe des Kühnschen Schlämmzylinders ausgeführte mechanische Bodenanalyse ergab folgende Zusammensetzung im Mittel von zwei Analysen,<sup>1)</sup> welche mit Boden der Parzellen IX und XXIV vorgenommen wurden:

|                     |                  |
|---------------------|------------------|
| > 5 mm              | 1,3301 %         |
| 5—3 »               | 0,3196 %         |
| 3—2 »               | 0,4258 %         |
| 2—1 »               | 1,2168 %         |
| 1—0,5 »             | 4,9340 %         |
| 0,5—0,25 »          | 66,4179 %        |
| < 0,25 »            | 8,5242 %         |
| Abschlämbbare Teile | 18,1617 %        |
|                     | <hr/> 100,0000 % |

<sup>1)</sup> Analytische Belege.

Durch die chemische Bodenanalyse wurde im Durchschnitt von fünf Untersuchungen folgender Gehalt ermittelt:

|               |          |
|---------------|----------|
| Stickstoff    | 0,1191 ‰ |
| Phosphorsäure | 0,1136 ‰ |
| Kali          | 0,1364 ‰ |
| Kalk          | 0,2356 ‰ |
| Magnesia      | 0,1077 ‰ |

Die Parzellen hatten im Jahre 1894/95 einem Düngungsversuch gedient, über welchen Jul. Kühn in den Berichten des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle, Heft 12, S. 187 u. f., berichtet. Dieser Versuch diente mir als Muster, indem auf den einzelnen Parzellen dieselben Düngemittel wie damals zur Anwendung kamen. Da in der Zwischenzeit die Parzellen unbestellt geblieben waren, ist wohl mit Recht anzunehmen, daß der spezifische Einfluß der einzelnen Düngungen rein zum Ausdruck kommen mußte.

Auf den runden Parzellen wurde im Jahre 1900 ein Anbauversuch mit Roggen von mir ausgeführt. Der Versuch mußte im Frühjahr abgebrochen werden, da die Pflanzen im Winter zu stark gelitten hatten. Nach Entfernung der noch vorhandenen Pflanzen wurde Gerste gesät, doch konnte auch dieser Versuch nicht durchgeführt werden, da die junge Saat unter Schädlingen derart zu leiden hatte, daß ein gleichmäßiger Pflanzenstand nicht zu erzielen war. Im Herbst wurde der Versuch mit Roggen wiederholt und verlief normal. Dieser Versuch wurde ausgeführt, um reichlicheres Material zur Verfügung zu haben, falls sich die Düngung auf den rechteckigen Parzellen von Einfluß auf den Pentosangehalt im Stroh erwiesen hätte. Da dies nicht der Fall war, schien mir die Untersuchung des von den runden Parzellen geernteten Materials überflüssig. Aus diesem Grund, außerdem weil die Resultate der runden Parzellen mit denen der rechteckigen nicht vergleichbar sind, weil erstere zwei Jahre hintereinander annähernd die gleiche Düngung erhalten hatten, endlich weil die Parallelparzellen zum Teil nicht die gewünschte Übereinstimmung zeigten, gehe ich auf diesen Versuch nicht näher ein, sondern begnüge mich, auf die angefügte Tabelle<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Beilage I.

hinzuweisen, welche über die Düngung und die Ernteresultate Aufschluß gibt. Die Unstimmigkeit in den Ernteresultaten der Parallelparzellen ist wohl darauf zurückzuführen, daß eine Pflege der Saat nicht stattfand, eine Unterlassung, welche sich bei einem Versuch mit 57 Körnern pro Parzelle straft. Der Plan, welcher der Düngung auf den rechteckigen Parzellen zugrunde lag, war folgender:

Der Ausgangspunkt war eine Luzernegründung von 75 Ztr. grüner Masse = 62,34 Pfd. Stickstoff pro Morgen oder  $\frac{1}{4}$  ha. Der Stickstoffgehalt der Luzerne betrug 0,8312%. Pro Parzelle kamen 15000 g grüne Luzerne in Anwendung und zwar auf 3 und 10; das entspricht einer Stickstoffgabe von 124,68 g pro Parzelle. Dasselbe Stickstoffquantum erhielten in Form von:

|   |                         |
|---|-------------------------|
| Stalldünger                               | die Parzellen 6 und 13, |
| Festen und flüssigen Exkrementen          | » » 4 » 11,             |
| Schwefelsaurem Ammoniak und Chilisalpeter | » » 5 » 12.             |

Die beiden letztgenannten Parzellen erhielten außerdem eine Mineralstoffdüngung von 55 g  $P_2O_5$  und 90 g  $K_2O$  in Form von Superphosphat und Kainit, das entspricht 27 Pfd.  $P_2O_5$  und 45 Pfund  $K_2O$  pro Morgen oder  $\frac{1}{4}$  ha.

Im Superphosphat waren 18,8%  $P_2O_5$ , im Kainit 12,28%  $K_2O$  garantiert. Es kamen daher auf jede der beiden Parzellen 292,55 g Superphosphat und 732,90 g Kainit zur Anwendung. Die Stickstoffdüngung erfolgte in der Art, daß die Hälfte, also 62,34 g, im Herbst in Form von schwefelsaurem Ammoniak, der Rest im Frühjahr in Form von Chilisalpeter verabfolgt wurde. Der Stickstoffgehalt im schwefelsauren Ammoniak wurde zu 19,97%, der im Chilisalpeter zu 16,07% ermittelt; es wurden daher pro Parzelle 312,23 g schwefelsaures Ammoniak im Herbst und 387,93 g Chilisalpeter im Frühjahr verabfolgt.

Reine Mineralstoffdüngung, und zwar ebenfalls 55 g  $P_2O_5$  und 90 g  $K_2O$ , kamen auf den Parzellen 2 und 9 zur Anwendung.

Mit derselben Mineralstoffmenge, aber nur  $\frac{1}{5}$  des Stickstoffes, welcher auf 5 und 12 zur Anwendung gekommen war, wurden die Parzellen 7 und 14 gedüngt.

Ungedüngt blieben 1 und 8.

Zur Gründung wurde der zweite normal entwickelte Schnitt einer Parzelle des Versuchsfeldes verwendet.

Die festen und flüssigen Exkremeute wurden gleich nach dem Sammeln analysiert und bis zur Ausführung der Düngung, am nächsten Tag, in verschlossenen Glasgefäßen aufbewahrt. Die festen Exkremeute enthielten 0,3042<sup>o</sup>/<sub>o</sub>, die flüssigen 0,9388<sup>o</sup>/<sub>o</sub> Stickstoff. Da der Stickstoff zu gleichen Teilen in den beiden Formen verabreicht werden sollte, kamen 20492,57 g feste und 6640 g flüssige Exkremeute unvermischt zur Anwendung.

Als Stalldünger kam ein Material zur Verwendung, welches nicht als rationell behandelt gelten kann. Es kam mir nicht darauf an, die Wirkung von normalem Stallmist zu prüfen; denn über dessen Wert herrscht nach den langjährigen günstigen Erfahrungen der Praxis, welche durch die Versuche von J. Kühn vollauf bestätigt worden sind, wohl kein Zweifel; ich wollte vielmehr prüfen, ob bei Düngung mit sehr strohigem frischen Stallmist die mangelhafte Wirkung eintreten würde, wie Krüger und Schneidewind bei ihren in der Einleitung erwähnten Versuchen beobachteten. Ich ging dabei von der Ansicht aus, daß, falls sich Stalldünger von Einfluß auf den Pentosangehalt im Roggenstroh erweisen sollte, dieser zutage treten würde, ob normaler oder unrationell behandelte auf die Parzelle gebracht würde. Es wurde daher auch auf die Konservierung keine Rücksicht genommen, sondern eine größere Quantität eines sehr strohigen Düngers, direkt wie er aus dem Stall kam, wurde gründlich durcheinander gemischt und blieb nach der Entnahme der Analysenprobe zwei Tage, bis zu seiner Verwendung, im Haufen liegen. Die Analyse der frischen Substanz ergab 0,4219<sup>o</sup>/<sub>o</sub> Stickstoff, daraus berechnet sich pro Parzelle eine Düngung mit 29551 g. Da Stickstoffverluste unvermeidlich waren, unterlasse ich es, in der Tabelle eine Zahl für den tatsächlich angewandten Stickstoff anzugeben. Selbstverständlich wurde der Haufen vor der Ausführung der Düngung nochmals gründlich durcheinander gemischt. Es wurde also ähnlich verfahren, wie leider noch so oft in der Praxis, wenn der Dünger in kleinen Haufen längere Zeit auf dem Felde liegen bleibt.

Um die Düngung möglichst gleichmäßig zu verteilen, wurden die Parzellen durch Querstriche in fünf gleiche Teile geteilt, die Düngemittel in fünf Portionen abgewogen. Die künstlichen Düngemittel wurden auf die Oberfläche gestreut und

scharf eingeharkt. Zur Unterbringung der übrigen Düngemittel wurde die Oberkrume ca. 10 cm tief ausgehoben, dann die Düngung möglichst gleichmäßig verteilt und mit dem ausgeworfenen Boden gleichmäßig bedeckt.

Die Düngung wurde in den Tagen vom 18. bis 24. September ausgeführt. Die Saat erfolgte am 25. September, und zwar mittels einer Handdrillmaschine (70 Pfund pro Morgen).

Als Saatgut diente Petkuser Roggen.

Gleichzeitig wurden sämtliche Zwischenräume zwischen den Parzellen ebenfalls mit Roggen angesät.

Der Roggen ging gut auf und entwickelte sich normal.

Die Frühjahrsdüngung mit Chilisalpeter erfolgte am 12. und 22. April.

Um den Versuch dem in der Praxis geübten Verfahren möglichst analog zu gestalten, und um die in den Zwischenräumen stehenden Pflanzen nicht zu beschädigen, wurde das sich entwickelnde Unkraut nicht entfernt.

Die Ernte erfolgte in der Vollreife. Am 9. und 10. August wurden die Ähren abgeschnitten und in Tüten gesammelt; in den folgenden Tagen das Stroh gemäht, sorgfältig vom Unkraut getrennt — Ackerwinde hatte sich zum Teil stark entwickelt und zur Vermeidung von Körnerverlusten das angegebene Ernteverfahren notwendig gemacht —, und da Regenwetter eintrat, auf dem Schüttden des landwirtschaftlichen Instituts aufgestellt.

Die Ernteresultate im einzelnen sind aus der beigefügten Tabelle<sup>1)</sup> ersichtlich. Im Mittel der Parallelversuche wurde geerntet, und zwar in Zentnern auf den Morgen gerechnet:

| Düngung  | Ernte  |                 |
|--|--------|-----------------|
|  | Körner | Stroh und Spreu |
| Ungedüngt . . . . .                            | 9,63   | 18,34           |
| Reine Mineralstoffdüngung . . .                | 8,53   | 17,55           |
| Gründüngung . . . . .                          | 17,67  | 32,91           |
| Mineralstoffe und Stickstoffe . .              | 23,13  | 36,33           |
| Feste und flüssige Exkremente . .              | 16,56  | 34,27           |
| Strohiger frischer Stallmist . . .             | 9,66   | 20,37           |
| Mineralstoffe mit $\frac{1}{5}$ Stickstoff . . | 11,31  | 22,00           |

<sup>1)</sup> Beilage II.

Die Parzellen, welche neben Mineralstoffen die schwache Stickstoffgabe erhielten, zeigten so große Differenzen, daß es nicht angängig erschien, dieselben zu einem Vergleich heranzuziehen. Immerhin kommt die Erniedrigung des Ernteergebnisses infolge der schwächeren Stickstoffdüngung klar zum Ausdruck.

Der frische strohige Stalldünger hat sich ebenso wie bei den Untersuchungen von Krüger und Schneidewind von ungünstigem Einfluß erwiesen.

Die reine Mineralstoffdüngung hat gar keine Wirkung hervorgerufen, im Gegenteil, die Ergebnisse sind niedriger als auf der ungedüngten Parzelle. Den Grund für diese Erscheinung, welche durch die Resultate der runden Parzellen bestätigt wird, vermag ich mir nicht zu erklären.

Vergleicht man die Stickstoffwirkung in den einzelnen Düngemitteln, indem man die auf den ungedüngten Parzellen im Mittel gefundenen Resultate gleich 100 setzt, so ergibt sich:

| Düngung                               | Ernte  |                 |
|---------------------------------------|--------|-----------------|
|                                       | Körner | Stroh und Spreu |
| Ohne Stickstoff . . . . .             | 100    | 100             |
| 62 Pfund N in Gründüngung . . . . .   | 183,5  | 179,5           |
| 62 » » » festen und flüssigen Exkrem. | 171,9  | 186,8           |
| 62 » » » Salpeter u. Ammoniak + Min.  | 240,2  | 198,1           |

Da der Einfluß der Düngung im Ertrag deutlich zum Ausdruck gekommen war, ist anzunehmen, daß das geerntete Material zur Entscheidung der Frage geeignet war, ob die in Anwendung gekommenen Düngungen auf die Pentosanbildung im Stroh einwirken.

Von jeder Parzelle wurde nach dem Häckseln und gründlichen Durchmischen des geernteten Strohes eine größere Probe entnommen, dieselbe fein gemahlen, nochmals gemischt und zur Analyse in gut verkorkter Glasflasche aufbewahrt.

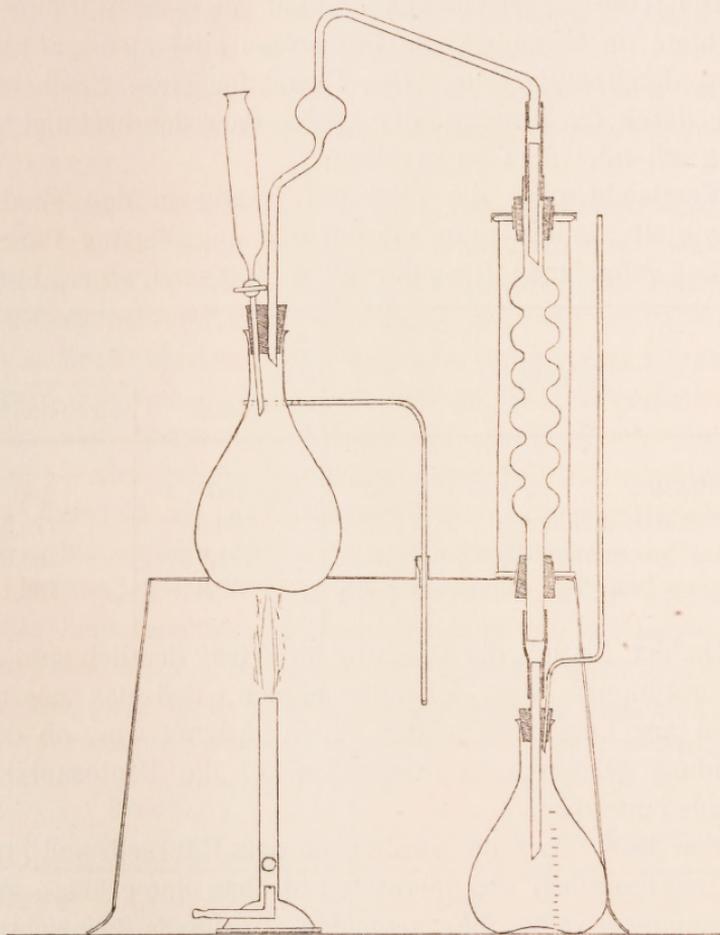
Die Analysen erfolgten nach der Phloroglucinmethode mit den von Kröber<sup>1)</sup> beschriebenen Maßregeln, da Tollens am

<sup>1)</sup> Journal für Landwirtschaft, Bd. 48, S. 357.

Schluß der Kröberschen Arbeit äußert, daß er diese als den Abschluß der Untersuchungen über die Phloroglucinsalzsäuremethode betrachte.

Mit Hilfe von Herrn Professor Baumert stellte ich einen Destillationsapparat zusammen, welcher ermöglicht, sechs Bestimmungen nebeneinander auszuführen.

Der Apparat, welchen die beigelegte Zeichnung im Schnitt zeigt, besteht aus einem 32 cm hohen, auf vier Füßen ruhenden



Tisch aus Eisenblech. In der 32 cm breiten und 75 cm langen Platte befinden sich sechs kreisrunde Ausschnitte mit einem Durchmesser von 8 cm; außerdem sechs kleinere Ausschnitte zur Aufnahme von Drähten, welche an dem einen Ende ringförmig gebogen

den Kochflaschen als Halt dienen. Die Drähte werden mittels Federn an eine Schiene angedrückt, welche durch zwei kurze Arme an der Tischplatte befestigt ist. Auf der Tischplatte aufliegend und an dieselbe festgeschraubt befindet sich ein 72 cm langer, 25 cm hoher und 6 cm breiter Kühlkasten aus Blech, in welchen Wasser von unten eingeleitet wird und oben abfließt. Der Boden und der abnehmbare Deckel sind sechsmal ausgebohrt zur Aufnahme von Kugelhöhren, welche von Gummipfropfen in diesen Öffnungen — die unteren sind zu Tüllen ausgezogen — festgehalten werden.

Die Kochflaschen stehen auf Drahtnetzen über den Ausschnitten der Tischplatte; Destillations- und Füllröhrchen sind die von Tollens angegebenen. Die Verbindung zwischen dem Destillationsröhrchen und der Kugelhöhre, welche mit ihrem oberen Ende über den Deckel des Kühlkastens ca. 2 cm heraussteht, ist in der Weise hergestellt, daß ein Stückchen Gummischlauch mit einem Glasröhrchen in den Hals der Kugelhöhre eingepaßt wird, das andere Ende des Gummischlauches wird über das Destillationsröhrchen gezogen. Das untere ebenfalls ca. 2 cm aus dem Boden des Kühlkastens herausstehende Ende der Kugelhöhre ist durch ein aufgezogenes Stückchen Gummischlauch mit einem Glasröhrchen verbunden; dieses führt durch einen doppelt durchbohrten Gummistopfen in einen Erlenmeyer, an welchem der Flüssigkeitsstand von 30 zu 30 ccm bis 360 ccm bezeichnet ist. Außerdem ist der Flüssigkeitsstand von 400 ccm markiert. Durch die zweite Durchbohrung des den Erlenmeyer verschließenden Stopfens wird ein doppelt knieförmig gebogenes 25 cm hohes Glasrohr mit geringem Durchmesser eingeführt. Dieses dient gewissermaßen als Rückflußkühler für eventuell noch nicht verdichtete Furfuoldämpfe.

Eine Asbestplatte trennt die Erlenmeyer von den Gasbrennern. Eine Probebestimmung mit je  $\frac{1}{2}$  g Stroh ergab an Phloroglucid:

0,1435, 0,1434, 0,1459, 0,1426, 0,1440, 0,1449 g.

Die größte Differenz betrug mithin 0,0033 g Phloroglucid. Die Übereinstimmung schien mir in Anbetracht der Kompliziertheit der Methode ausreichend.

Bei sämtlichen Pentosanuntersuchungen arbeitete ich mit dem beschriebenen Apparat, und zwar nach folgendem Verfahren:

Bei den Analysen zur Feststellung des Pentosangehaltes in den Strohproben der verschiedenen Düngungsparzellen wurden  $\frac{1}{2}$  g, in den verschiedenen Teilen des Halmes 1 g, bei den Untersuchungen für die Verdauungsversuche stets 2 g der fein gemahlene Substanz mit 100 ccm Salzsäure, welche aus gleichen Teilen konzentrierter Salzsäure und destilliertem Wasser hergestellt wurde, bei anfangs schwacher Flamme destilliert. Wenn die Substanz vollständig humifiziert war, wurde die Flamme etwas verstärkt. Das bei Untersuchung von festen Exkrementen eintretende lästige Stoßen der Substanz kann durch langsame Führung der Destillation sehr eingeschränkt werden. Eine Destillation nahm 5—6 Stunden in Anspruch.

Nach dem Abdestillieren von je 30 ccm wurden aus den Füllröhrchen 30 ccm der Salzsäure nachgefüllt. Auf diese Weise wurden stets 360 ccm abdestilliert.

Bei den wiederholt ausgeführten Probebestimmungen hatte ich meist nach Abdestillieren von 300 ccm keine Furfurolreaktion auf Anilinacetatpapier wahrgenommen; nach Abdestillieren von 360 ccm in keinem Fall; darum wurde dieses Maß innegehalten.

Nach Beendigung der Destillation wurden die Kolben abgenommen, das Rückflußrohr und die Flaschenwände mit der Salzsäure abgespült und, nach Zusatz der berechneten Menge Phloroglucin, auf 400 ccm aufgefüllt. Das Phloroglucin (purissimum E. Merk diresorzinfrei) wurde unter Erwärmem auf dem Wasserbade in soviel Salzsäure gelöst, daß auf eine Bestimmung 10 ccm entfielen.

Nach mindestens fünfzehnstündigem Stehen wurde mit Hilfe der Wasserstrahlpumpe in Gooch-Tigel filtriert, die vor jeder Bestimmung ausgeglüht und in dem zugehörigen Trockenglas gewogen wurden. Die obligaten 150 ccm Wasser genügten, um den Niederschlag quantitativ aus dem Kolben zu spülen und auszuwaschen. Wie Kröber vorschreibt, wurde darauf geachtet, daß beim Filtrieren stets eine dünne Flüssigkeitsschicht über dem Niederschlag stand. Dadurch wird das Filtrieren verlangsamt — ich brauchte bei größeren Niederschlags-

mengen bis 25 Minuten —, man hat aber die Sicherheit, daß die Salzsäure aus dem Niederschlag vollständig ausgewaschen wird, was wichtig ist, wie Kröber nachgewiesen hat. Es sei an dieser Stelle auf eine Erscheinung hingewiesen, die an sich geringfügig ist, dadurch aber, daß sie regelmäßig wiederkehrt, Beachtung verdient. Der Phloroglucidniederschlag nach Destillation von Ähren zeigte sich regelmäßig gelatinöser und haftete hartnäckiger an der Glaswand als der bei Behandlung von Stroh gewonnene. Es scheint daher, als ob die Zusammensetzung des aus Ähren gewonnenen Phloroglucids eine andere ist, als die des aus Stroh gewonnenen.

Der abfiltrierte Niederschlag wurde 5 Stunden im Wassertrockenschrank bei 96—98° getrocknet und nach dem Erkalten im Trockenglas, welches geschlossen in den Exsikkator gestellt wurde, gewogen. Gewöhnlich wurde nochmals einige Stunden getrocknet, um die Konstanz des Gewichtes festzustellen; 5 Stunden Trocknen hatten aber stets genügt, während bei den größeren Niederschlagsmengen, wie man sie bei Untersuchung von 2 g pentosanreicher Substanz erhält, die vorgeschriebene Trockenzeit von 4 Stunden sich mitunter als ungenügend erwies.

Die Differenz zwischen den Wägungen von Trockenglas und Tiegel mit und ohne Niederschlag ergab die Phloroglucidmenge, aus welcher mittels der Kröberschen Tabelle, beziehungsweise der von ihm berechneten Zahl, der Pentosangehalt ermittelt wurde.

Die Tiegel wurden hierauf ausgeglüht, zur Kontrolle gewöhnlich nochmals gewogen und blieben für die nächste Bestimmung im Trockenglas.

Die Asbestlage war für mehrere Bestimmungen brauchbar. Ein Übelstand besteht darin, daß die Tiegel, ob glasiert oder unglasiert, beim Glühen leicht springen und nach wenigen Bestimmungen ersetzt werden müssen. Platintiegel mit siebartig durchlöchertem Boden dürften praktischer sein.

Nach der beschriebenen Methode wurden zunächst die Strohproben von den rechteckigen Düngungspartzen untersucht. Wie bereits erwähnt, wurden die Analysen mit je 1/2 g Substanz ausgeführt, dem Destillat wurde 0,4 g Phloroglucin zugesetzt, und zwar in 10 ccm der 12%igen Salzsäure aufgelöst.

Im Mittel der Parallelanalysen<sup>1)</sup> ergaben sich folgende Resultate für den auf Trockensubstanz umgerechneten Pentosangehalt:

|                    |     |   |        |
|--------------------|-----|---|--------|
| Stroh von Parzelle | 8.  | Ungedüngt                                   | 27,80% |
| » » »              | 9.  | Reine Mineralstoffdüngung                   | 27,72% |
| » » »              | 10. | Gründüngung                                 | 27,92% |
| » » »              | 11. | Feste und flüssige Exkremente               | 27,84% |
| » » »              | 12. | Stickstoffe und Mineralstoffe               | 27,07% |
| » » »              | 13. | Stalldünger                                 | 27,09% |
| » » »              | 14. | $\frac{1}{5}$ Stickstoffe und Mineralstoffe | 27,38% |

Die Schwankungen sind so gering, daß sie in Anbetracht der Umständlichkeit der Methode als innerhalb der Fehlergrenzen liegend betrachtet werden dürfen.

Ich halte es daher für erwiesen, daß die angewendeten Düngemittel keinen Einfluß auf den Pentosangehalt im Stroh ausgeübt haben.

#### Verteilung der Pentosane im Roggenhalm.

Zur Untersuchung über die Verteilung der Pentosane im Roggenhalm wurde das auf Parzelle XXIV geerntete Stroh verwendet. Dasselbe wurde in drei gleiche Teile geteilt, welche als unteres, mittleres und oberes Drittel bezeichnet sind. Von den Ähren, aus welchen die Körner mit der Hand entfernt worden waren, wurden die Ährenspindeln als solche, die sorgfältig abgestreiften Deckspelzen als Spreu der Analyse unterworfen. Die Analysen wurden mit je 1 g der gleichmäßig fein gemahlene Substanz ausgeführt; dem Destillat je 0,4 g Phloroglucin zugesetzt. Sie ergaben im Mittel der Parallelversuche, deren Ergebnis im einzelnen aus der beigefügten Tabelle<sup>1)</sup> ersichtlich ist, folgende auf Trockensubstanz umgerechnete Zahlen:

|                |       |
|----------------|-------|
| Ährenspindeln  | 33,03 |
| Spreu          | 29,33 |
| Oberes Drittel | 27,10 |
| Mittleres »    | 26,87 |
| Unteres »      | 26,52 |

Aus den Zahlen ergibt sich, daß der Pentosangehalt im Roggenhalm von unten nach oben zunimmt.

<sup>1)</sup> Beilage III.

Die Differenz in den einzelnen Strohteilen ist unbedeutend, dagegen findet in den Ähren eine nicht unbedeutende Anreicherung von Pentosanen statt. Diese Erscheinung könnte man in der Weise erklären, daß die in allen Teilen des Halmes bei der Atmung entstehenden Pentosane durch die von den Wurzeln aus aufsteigende kohlen saure Bodenflüssigkeit gelöst und in die obersten Halmteile, das sind die Ähren, transportiert werden, wo sie, nach Verdunstung der Flüssigkeit, zurückbleiben. Daß die Pentosane von Säuren gelöst werden, ist bekannt, daß sie in statu nascendi leichter löslich sind als nach ihrer definitiven Bildung, scheint nicht unmöglich.

#### Die Verdaulichkeit der Pentosane im Roggenstroh.

A. In unverändertem Stroh bei Beifütterung mäßiger Mengen leicht löslicher Kohlehydrate.

Als Versuchstiere bei den nunmehr zu beschreibenden Fütterungsversuchen dienten zwei dreivierteljährige Hammel einer Southdown-Merino-Kreuzung, welche auf dem Stadtgut Gimritz bei Halle gezogen waren. Da die Tiere zur Zeit des Ankaufes am 19. Januar bereits einige Wochen Mastfutter erhalten hatten, mußte dem Versuch eine längere Vorfütterung vorangehen, um die Tiere auf den für den Versuch zweckmäßigen Körperzustand zu bringen. Die Vorfütterung dauerte vom 19./I.—7./II. Zunächst wurden 800 g Luzerneheu pro Haupt verabreicht, dann die Heugabe allmählich verringert und durch Roggenstroh ersetzt; vom 28./I. an wurde nur noch Stroh und Beifutter verabreicht. Es war meine Absicht, die Verdaulichkeit der Pentosane im Roggenstroh unbeeinflußt durch andere pentosanhaltige Futtermittel festzustellen; daher wurde nur Stroh als Rauhfutter verabreicht. Da aber die Tiere nicht über 450 g in der Verfütterung aufgenommen hatten, daher, um ein möglichstes Ausfressen des Strohes zu erreichen, dieses geringe Quantum die Grundration bildete, mußte Kraftfutter beigefüttert werden, um die für ein knappes Erhaltungsfutter notwendigen Nährstoffe zu verabreichen. Die üblichen Kraftfuttermittel enthalten alle mehr oder weniger Pentosane; ich war daher ge-

zwungen, Stoffe zu wählen, welche, wenigstens was die kohlehydratreichen anlangt, in der Praxis des landwirtschaftlichen Betriebs nicht als Futtermittel zur Anwendung kommen. Bei den stickstoffhaltigen Futtermitteln hatte ich die Wahl zwischen Kleber und Fleischmehl. Ich entschied mich für letzteres, da dasselbe keine Spur furfurolgebender Substanz enthielt und in vorzüglicher Qualität zu haben war. Es wurde vom Konsumverein des Bauernvereins für Halle und Umgegend bezogen.

Die Analyse ergab:

|                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| Trockensubstanz | 88,85 %             |
| Rohprotein      | 79,88 % (12,78 % N) |
| Fett            | 12,24 %             |
| Asche           | 5,45 %              |

Die Verdaulichkeit des Rohproteins wurde nach dem Stutzerschen Verfahren zu 86,76 % bestimmt. Das Fleischmehl war ebenso seinem Gehalt nach, wie nach Aussehen und Geruch, ein tadelloses Futtermittel.

Zur Ergänzung der stickstofffreien Stoffe des Grundfutters wurde Stärke und Zucker verwendet. Diese Stoffe sind zwar nicht ganz frei von Pentosanen, oder, richtiger gesagt, von furfurolgebender Substanz; in Stärke wurde der Gehalt an diesen Stoffen zu 0,92 %, in Zucker zu 0,61 % bestimmt; doch erstens sind die Mengen der in diesen Stoffen zur Verabreichung gelangten Pentosane verschwindend klein, 1,32 g in einer Tagesration, und zweitens ist anzunehmen, daß diesen eine höhere Verdaulichkeit zukommt, als den an die inkrustierenden Stoffe im Stroh gebundenen Pentosanen; sie wurden daher den Kohlehydraten zugezählt. Als Stärke kam reine Kartoffelstärke, das Kartoffelmehl des Handels, als Zucker Raffinade zur Verfütterung.

Die Aufnahme des Beifutters wurde von den Schafen anfangs verweigert. Schaf I gewöhnte sich bald an dasselbe, als das Stroh mit dem Beifutter bestreut verabreicht wurde. Schaf II dagegen wehrte sich mehrere Tage gegen die Aufnahme von Fleischmehl. Erst als ihm wiederholt die Nase mit Fleischmehl bestreut worden war, so daß es gezwungen war, den Widerwillen, welchen ihm offenbar der Geruch einflößte, zu überwinden, gewöhnte es sich auch an dasselbe.

In der Folge wurde das Beifutter, welches gemischt und auf den Rat von Herrn Professor Holdefleiß mit wenig Wasser zu einer krümligen Masse angerührt aus der Schale verabreicht wurde, von beiden Tieren gern und vollständig aufgenommen. Die Salzgabe wurde dem Beifutter beigemischt. Die sehr geringen an den Schalenwänden haftenden Reste wurden stets mit wenig Stroh ausgewischt und auf das Rauhfutter gestreut. Es ist anzunehmen, daß das Beifutter restelos aufgenommen wurde. In der Nachfütterung der ersten Periode wurden die in den Schalen verbliebenen Reste nicht auf das Futter gestreut, sondern mittels einer Spritzflasche quantitativ in eine kleine Schale gespült, zur Trockene eingedampft und das Gewicht bestimmt. Schaf I hatte 0,4565 g, Schaf II 0,4970 g von den zur Verabreichung gelangenden 192 g Beifutter übrig gelassen.

Das Stroh wurde als Häcksel von 2—3 cm Länge verabreicht, um auch die härteren Teile zur Aufnahme zu bringen.

Gefüttert wurde um 7 Uhr früh, 1 Uhr mittags und 7 Uhr abends. Das Beifutter wurde vor dem Stroh verabreicht.

Wasser stand den Tieren in einem Gefäß im Futterkasten zu Gebote, und zwar reichlich soviel, wie sie im Lauf der Verfütterung im Maximum aufgenommen hatten. Diese Mengen wurden in der Verabreichung auf die drei Futterzeiten verteilt, um den Tieren stets frisches Wasser zur Verfügung zu stellen.

In der Frühe wurden die Reste aus dem Futterkasten gesammelt, die Wasserreste gemessen und dem aufgenommenen Trinkwasser die zum Anrühren des Beifutters verwendete Quantität zugezählt. Zum Anrühren erwiesen sich als das geeignete Quantum 15 ccm für jedes Futter; in der Periode mit verdoppelter Beifuttergabe kamen 30 ccm pro Futter zur Anwendung.

Die Strohreste wurden am Ende jeder Periode in frischem und lufttrockenem Zustand gewogen. Hierauf wurden sie durch ein 2 mm-Sieb gesiebt, um eventuell vorhandene Beifutterreste abzuscheiden, und diese gesondert analysiert.

Die festen Exkremeute wurden dreimal des Tages gesammelt, in der Frühe gewogen. 200 g einer Durchschnitts-

probe wurden mit 100 ccm 3%iger Weinsäure gründlich durchfeuchtet und zur Feststellung der lufttrockenen Substanz getrocknet; hierauf fein gemahlen, gründlich gemischt und ein Teil zur Analyse in gut verkorkten Glasflaschen aufbewahrt.

Die flüssigen Exkremente wurden in Flaschen aufgefangen, in die zur Vermeidung von Stickstoffverlusten 500 ccm 1%ige Schwefelsäure gefüllt worden waren. Früh wurde der Harntrichter mit 500 ccm destillirtem Wasser ausgespült und die Flaschen gewechselt. Dieselben wurden gleich gewogen und der Harn noch im Lauf des Vormittags analysiert, und zwar wurde der Stickstoffgehalt in 5 ccm bestimmt und durch Kontrollanalysen bestätigt. Die 5 ccm wurden jedesmal gewogen und aus dem gewichtsprozentischen Gehalt die täglich im Harn ausgeschiedene Stickstoffmenge berechnet.

In der beschriebenen Weise wurde bei sämtlichen Perioden gleichmäßig verfahren.

Über den Verlauf der Versuche geben die beigefügten Ausweise genauen Aufschluß. Sie enthalten die während der Fütterungsperioden täglich gemachten Notizen.

Tage, an denen Harnverluste oder sonstige Störungen eintraten, wurden bei der Berechnung ausgeschieden — die fett gedruckten Tage bedeuten die zur Berechnung herangezogenen.

Die Temperatur blieb sehr konstant, wie ebenfalls aus den Ausweisen ersichtlich. Die Bruchteile wurden geschätzt.

### Schaf I.

Die Periode begann am 6. Februar. Die im Harne ausgeschiedenen Stickstoffquantitäten betragen:

|           |          |
|-----------|----------|
| Am 4./II. | 5,1623 g |
| » 5./II.  | 4,7767 » |
| » 6./II.  | 5,2718 » |

Vom 6./II. an wurden die Reste und Ausscheidungen quantitativ bestimmt. Die Periode dauerte bis 19./II. Der 10./II. und 11./II. mußten infolge von Harnverlusten aus der Berechnung ausscheiden, sodaß die Periode 12 einwandfreie Versuchstage umfaßt.

Die Tagesration bestand aus:

450 g Roggenstroh,  
 39 » Fleischmehl,  
 120 » Kartoffelstärke,  
 36 » Zucker und  
 3 » Salz.

Die Analysen ergaben folgende Werte, die auf 2 Dezimalstellen gekürzt sind, weil die dritte und vierte Dezimalstelle bei den Zahlen für einen Fütterungsversuch mir belanglos erscheinen und die Übersicht erschweren. Die Zahlen beziehen sich auf lufttrockene Substanz.

|                           | Stroh | Fleischmehl | Stärke | Zucker |
|---------------------------|-------|-------------|--------|--------|
| Trockensubstanz . . . . . | 89,49 | 88,85       | 81,40  | 99,08  |
| Rohprotein . . . . .      | 2,10  | 79,88       | —      | —      |
| Rohfett . . . . .         | 1,52  | 12,24       | —      | —      |
| Rohfaser . . . . .        | 46,52 | —           | —      | —      |
| N-freie Extraktstoffe     | 34,87 | —           | 81,40  | 99,08  |
| Pentosane . . . . .       | 24,98 | —           | —      | —      |

Bei Einsetzung dieser Zahlen ergibt sich folgender Nährstoffgehalt in einer Tagesration:

| Nährstoffe                | In 450 g Stroh | Im Beifutter | In der Tagesration |
|---------------------------|----------------|--------------|--------------------|
| Trockensubstanz . . . . . | 402,70         | 162,05       | 564,75             |
| Rohprotein . . . . .      | 9,45           | 31,15        | 40,60              |
| Rohfett . . . . .         | 6,84           | 4,77         | 11,61              |
| Rohfaser . . . . .        | 209,34         | —            | 209,34             |
| N-freie Extraktstoffe     | 156,91         | 127,40       | 284,31             |
| Pentosane . . . . .       | 112,41         | —            | 112,41             |

Die Menge an verdaulichen Nährstoffen in der Ration ergibt sich aus folgenden Berechnungen:

a) Proteinstoffe. Im Fleischmehl wurden 31,15 g Rohprotein verabreicht. Der Verdauungskoeffizient wurde nach der Stutzerschen Methode zu 86,76% ermittelt, folglich kamen im Fleischmehl

$$\frac{31,15 \cdot 86,76}{100} = 27,02 \text{ g}$$

verdauliches Rohprotein zur Verabreichung. Davon ist jedoch der Gehalt an Nichtprotein abzuziehen. Fleischmehl enthält

nach den J. Kühnschen Tabellen im Mittel 4,5% des Gesamtstickstoffes vom Rohprotein an Amidstickstoffen. Der Gesamtstickstoffgehalt war zu 12,78% ermittelt worden, davon 4,5% ergibt an Stickstoff von Nichtprotein 0,57% mithin bleibt Stickstoff für wirklich verdauliches Protein  $12,78 - 0,57 = 12,21\%$ , entsprechend im Fleischmehl 76,31% wirklich verdauliches Protein. In den 31,15 g Rohprotein waren mithin wirklich verdauliches Protein 23,77 g;  
an Nichtprotein  $27,02 - 23,77 = 3,25$  g.

Im Stroh der Tagesration waren enthalten 9,45 g Rohprotein. Der künstliche Verdauungsversuch ergab eine Verdaulichkeit von 36,74%. Die Zahl geht nicht unbeträchtlich über die Maximalzahl 28,6% der J. Kühnschen Tabellen heraus; da aber Kontrollanalysen dasselbe Resultat ergaben, glaube ich, die Zahl anwenden zu dürfen. 9,45 g, zu 36,74% verdaulich, ergeben 3,47 g wirklich verdauliches Protein. Amidsubstanzen sind, da das Stroh gut geerntet wurde, nicht in Abzug zu bringen.

An wirklich verdaulichem Protein enthält die Ration mithin:

|                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| In 450 g Stroh     | 3,47 g            |
| > 39 > Fleischmehl | <u>23,77 &gt;</u> |
|                    | zusammen 27,24 g, |

das ist pro 1000 kg, da der Hammel bei Beginn der Periode 39,37 kg wog, 0,69 kg wirklich verdauliches Protein.

b) Stickstofffreie Stoffe. Zur Berechnung der Verdaulichkeit der stickstofffreien Stoffe im Stroh glaube ich, da das Stroh auf das sorgfältigste geerntet wurde, Verdauungskoeffizienten wählen zu dürfen, welche sich den Maximalzahlen nähern. Als dann ergibt sich:

6,84 g Fett zu 36% verdaulich = 2,46 g verdauliches Fett;  
209,34 > Rohfaser zu 64% verdaulich = 133,98 g verdaul. Rohfaser;  
156,91 > N-freie Extraktstoffe zu 44% verdaulich = 69,04 g verdauliche N-freie Extraktstoffe.

Die Verdaulichkeit des Fettes im Fleischmehl darf wohl zu 100% angesetzt werden, da dasselbe von vorzüglicher Beschaffenheit war. Es ergaben sich somit in der Ration 4,77 g verdauliches Fett im Fleischmehl.

Stärke und Zucker werden als rein angenommen, daher

in ihrer ganzen Trockensubstanzmenge den N-freien Extraktstoffen zugezählt und als vollkommen verdaulich in Anrechnung gebracht.

An verdaulichen ausnutzbaren stickstofffreien Bestandteilen wurden mithin in der Tagesration dargeboten, wenn die Fettsubstanz mit 2,4 multipliziert, die Rohfaser in ihrem verdaulichen Anteil zu 80% ausnutzbar angenommen wird und die Amide des Fleischmehles als gleichwertig hinzugerechnet werden:

|                       |                      |        |   |     |          |                   |
|-----------------------|----------------------|--------|---|-----|----------|-------------------|
| Fett                  | im Stroh             | 2,46   | × | 2,4 | =        | 5,90 g            |
| Rohfaser              | »                    | 133,98 | à | 80% | =        | 107,18 »          |
| N-freie Extraktstoffe | »                    | 69,04  |   |     | =        | 69,04 »           |
| Fett                  | im Fleischmehl       | 4,77   | × | 2,4 | =        | 11,45 »           |
| Amide                 | »                    | 3,25   |   |     | =        | 3,25 »            |
| N-freie Extraktstoffe | in Stärke und Zucker | 127,40 | = |     | 127,40 » |                   |
|                       |                      |        |   |     |          | zusammen 324,22 g |

das ist pro 1000 kg 8,23 kg verdauliche ausnutzbare stickstofffreie Stoffe.

Dem Tier standen also in einer Tagesration, auf 1000 kg Lebendgewicht umgerechnet, 0,69 kg wirklich verdauliches Protein und 8,23 kg verdauliche ausnutzbare stickstofffreie Bestandteile zu Gebote. Das Nährstoffverhältnis war mithin  $N_h : N_{fr} = 1 : 11,93$ .

Nach den klassischen Versuchen von Henneberg und Stohmann ist die unterste Grenze für Erhaltungsfutter bei ruhenden Ochsen pro 1000 kg 0,6 kg verdauliches Protein und 7 kg verdauliche stickstofffreie Stoffe.

Nach den neueren Untersuchungen von Kellner 0,7 kg  $N_h$  und 6,6 kg  $N_{fr}$ .; doch konnte mit der Proteingabe bis 0,5 kg herabgegangen werden, wenn größere Mengen stickstofffreier Substanz verfüttert wurden.

An diese letztere Bemerkung lehnte ich mich bei Aufstellung der Ration an; indem ich annahm, daß, wenn beim Rind bei reichlicher Beifütterung stickstofffreier Stoffe 0,5 kg verdauliches Protein ausreichen, beim Schaf, welches bekanntlich relativ mehr Nährstoffe beansprucht, 0,69 kg wirklich verdauliches Protein bei der reichlichen Beifütterung leicht löslicher Kohlehydrate genügen würden, um das Lebendgewicht konstant zu erhalten.

Das war nicht der Fall. Das Tier nahm nicht unbedeutend ab. Wenn ich trotzdem bei den folgenden Perioden, mit Ausschluß der letzten, die Ration beibehielt, so geschah das deshalb, um vergleichbare Resultate zu erhalten, und weil anzunehmen sein dürfte, daß bei so knapper Fütterung die Verdaulichkeit größer sein würde und sich infolgedessen die unvermeidliche Depression, welche die leicht löslichen Kohlehydrate auf die Verdaulichkeit der stickstofffreien Bestandteile, also auch auf die Pentosane, ausüben, weniger fühlbar machen würde. Es wurde also knapper gefüttert, als zur Erhaltung des Lebendgewichts erforderlich gewesen wäre. Da aber in der einzelnen Periode, mit Ausschluß der letzten, die gleiche Beifutterration zur Verabreichung gelangte, dürften die Resultate vergleichbar sein. In den 12 einwandfreien Versuchstagen der ersten Periode wurden verfüttert:

|             |        |
|-------------|--------|
| Roggenstroh | 5400 g |
| Fleischmehl | 468 >  |
| Stärke      | 1440 > |
| Zucker      | 360 >  |

Die Nährstoffmenge ergibt sich durch Multiplikation einer Tagesration<sup>1)</sup> mit der Anzahl der Versuchstage. Es wurden mithin in den 12 Versuchstagen verabreicht:

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| Trockensubstanz               | 6777,00 g |
| Rohprotein                    | 487,20 >  |
| Rohfett                       | 139,32 >  |
| Rohfaser                      | 2512,08 > |
| Stickstofffreie Extraktstoffe | 3411,72 > |
| Pentosane                     | 1348,92 > |

Da die Futterreste der einzelnen Tage nicht gesondert aufbewahrt worden waren, die lufttrockene Substanz aber von den gesammelten Resten der ganzen Periode bestimmt worden war, mußte die lufttrockene Substanz der auf die 12 Versuchstage entfallenden Reste rechnerisch festgestellt werden. Dies erfolgte nach folgender Gleichung: Die Summe der Reste der ganzen Periode verhält sich zu ihrer lufttrockenen Substanz wie die Summe der Reste der 12 Versuchstage zu der gesuchten lufttrockenen Substanz. Wie aus dem Ausweis<sup>2)</sup> ersichtlich,

<sup>1)</sup> S. 335.

<sup>2)</sup> Beilage IV.

betragen die Reste der ganzen Periode 654 g, ihre lufttrockene Substanz wurde zu 458,1 g ermittelt; die Reste der 12 Versuchstage beliefen sich auf 417 g, mithin ergaben sich lufttrockene Reste der 12 Versuchstage:

$$\frac{654}{458,1} = \frac{417}{x} \quad x = 292,09 \text{ g.}$$

Von den lufttrockenen Resten ergaben sich beim Absieben 13,8 g, es entfielen daher auf die Versuchstage:

$$\frac{458,1}{13,8} = \frac{292,09}{x} \quad x = 8,8 \text{ g.}$$

Es müssen mithin von den verabreichten Nährstoffen die in  $292,09 - 8,8 = 283,29$  g Strohresten und 8,8 g abgesiebten Resten enthaltenen Nährstoffe in Abzug gebracht werden, um die Menge der tatsächlich aufgenommenen Nährstoffe festzustellen.

Die Menge der abgesiebten Reste reichte zur Ausführung einer vollständigen Futtermittelanalyse nicht aus. Sie bestehen zum größten Teil aus unverbrennbarer Substanz; ins Gewicht fallend ist nur ihr Stickstoffgehalt, den ich daher auch nur berücksichtigte. Übrigens sind die Mengen der ausgesiebten Reste so gering, daß man dieselben, ohne einen allzu großen Fehler zu begehen, auch ganz unberücksichtigt lassen könnte. Der in einem Fall festgestellte Pentosangehalt betrug 0,4792%, die Pentosanuntersuchung, auf die es ja bei dem vorliegenden Versuch in erster Linie ankommt, durfte also füglich bei abgesiebten Resten unterbleiben.

Der Gehalt an Nährstoffen in Prozenten der lufttrockenen Substanz betrug:

| Nährstoffe            | In Strohresten<br>% | In abgesiebten Resten<br>% |
|-----------------------|---------------------|----------------------------|
| Trockensubstanz .     | 93,07               | 95,82                      |
| Rohprotein . . . .    | 2,23                | 14,02                      |
| Rohfett . . . . .     | 1,40                | —                          |
| Rohfaser . . . . .    | 46,88               | —                          |
| N-freie Extraktstoffe | 37,52               | —                          |
| Pentosane . . . . .   | 24,75               | —                          |

In den Futterresten sind mithin folgende Nährstoffmengen enthalten in Gramm:

| Nährstoffe            | In 283,29 g<br>Strohresten | In 8,8 g abge-<br>siebten Resten | Zusammen |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------------|----------|
| Trockensubstanz .     | 263,66                     | 8,43                             | 272,09   |
| Rohprotein . . . .    | 6,32                       | 1,23                             | 7,55     |
| Rohfett . . . . .     | 3,97                       | —                                | 3,97     |
| Rohfaser . . . . .    | 132,81                     | —                                | 132,81   |
| N-freie Extraktstoffe | 106,29                     | —                                | 106,29   |
| Pentosane . . . . .   | 70,11                      | —                                | 70,11    |

An festen Exkrementen wurden während der zwölf Versuchstage 3515,96 g lufttrockene Substanz ausgeschieden.

Über den prozentischen Gehalt an Nährstoffen und über die Menge der während der Versuchstage ausgeschiedenen Nährstoffe gibt nachstehende Zusammenstellung Aufschluß:

| Nährstoffe            | In Prozent<br>der<br>lufttr. Substanz | In Gramm<br>in 3515,96 g<br>lufttr. fest. Exkr. |
|-----------------------|---------------------------------------|---|
| Trockensubstanz .     | 92,08                                 | 3237,49   |
| Rohprotein . . . .    | 7,47                                  | 262,64  |
| Rohfett . . . . .     | 2,21                                  | 77,70   |
| Rohfaser . . . . .    | 37,14                                 | 1305,83   |
| N-freie Extraktstoffe | 37,93                                 | 1333,60   |
| Pentosane . . . . .   | 19,40                                 | 682,10  |

Durch Zusammenstellung der gefundenen Zahlen läßt sich die Verdaulichkeit der einzelnen Nährstoffgruppen wie folgt feststellen:

| Nährstoffe            | Summa<br>der ver-<br>abreichten<br>Nährstoffe | Summa<br>der Nähr-<br>stoffe in<br>den Resten | Summa<br>der aufge-<br>nommenen<br>Nährstoffe | Summa<br>der ausge-<br>schiedenen<br>Nährstoffe | Verdaut     |               |
|-----------------------|---|---|---|---|-------------|---------------|
|                       |   |   |   |   | in<br>Gramm | in<br>Prozent |
| Trockensubstanz .     | 6777,00                                       | 272,09  | 6504,91                                       | 3237,49   | 3267,42     | 50,23         |
| Rohprotein . . . .    | 487,20  | 7,55  | 479,65  | 262,64  | —           | —             |
| Rohfett . . . . .     | 139,32  | 3,97  | 135,35  | 77,70   | 57,65       | 42,60         |
| Rohfaser . . . . .    | 2512,08                                       | 132,81  | 2379,27                                       | 1305,83   | 1074,44     | 45,16         |
| N-freie Extraktstoffe | 3411,72                                       | 106,29  | 3305,43                                       | 1333,60   | 1971,83     | 59,65         |
| Pentosane . . . . .   | 1348,92                                       | 70,11   | 1278,81                                       | 682,10  | 596,71      | 46,66         |

Die Pentosane im Roggenstroh erwiesen sich also in dem vorliegenden Versuch zu 46,66% verdaulich.

Da Rohfaser nur in Form von Roggenstroh verabreicht wurde, ihre Verdaulichkeit durch zahlreiche Versuche festgestellt ist, läßt sich aus dem Vergleich des gefundenen Verdauungskoeffizienten mit den früher ermittelten auf den Verlauf der Verdauung ein Rückschluß ziehen. Nach den J. Kühnschen Tabellen schwankt die Verdaulichkeit der Rohfaser im Roggenstroh zwischen 46,8 und 72,9% und beträgt im Mittel 56%. In dem vorliegenden Versuch ist die Verdaulichkeit zu 45,16% ermittelt, ist also noch geringer als die Minimalzahl, eine Erscheinung, die wohl dadurch zu erklären ist, daß die leicht löslichen Kohlehydrate der Ration die Verdaulichkeit der Rohfaser beeinträchtigten.

Die Stickstoffbilanz stellt sich wie folgt:

|                             |                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| Von den aufgenommenen       | 479,65 g Rohprotein               |
| wurden im Kot ausgeschieden | <u>262,64 »</u>                   |
|                             | es blieben also 217,01 g »        |
|                             | oder $217,01 : 6,25 = 34,72$ g N. |

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Im Harn wurden in den 12 Versuchstagen ausgeschieden | 70,53 g N.                        |
|  | davon abzuziehen <u>34,72 » »</u> |
|  | bleiben 35,81 g N,                |

durch Wollzuwachs und Verlust an Körpersubstanz zu erklären. Da ersterer nicht ermittelt wurde, Durchschnittszahlen zur Berechnung heranzuziehen, mir nicht angängig erscheint, da die Wollproduktion bei der proteinarmer Ernährung nicht normal verlaufen sein dürfte, lasse ich den Wollzuwachs unberücksichtigt. Die Wägungen des Tieres ergaben:

|           |         |                                      |
|-----------|---------|--------------------------------------|
| am 3./II. | 39,8 kg |                                      |
| » 4./II.  | 39,0 »  |                                      |
| » 5./II.  | 39,3 »  | im Mittel der drei Wägungen 39,37 kg |
| » 17./II. | 38,5 »  |                                      |
| » 18./II. | 38,4 »  |                                      |
| » 19./II. | 38,2 »  | » » » » » <u>38,37 »</u>             |

Das Tier verlor also in 14 Tagen 1,00 kg  
mithin in den 12 Versuchstagen 857,16 g.

Es würde also einem Gewichtsverlust incl. Wollzuwachs von 857,16 g eine Mehrausscheidung von Stickstoff in Höhe von 35,81 g entsprechen.

## Schaf II.

Der Parallelversuch mit dem Versuchstier II war, wie aus dem Ausweis ersichtlich, durch wiederholte Harnverluste gestört. Trotzdem will ich den Versuch anführen, indem sechs einwandfreie Tage zur Berechnung herangezogen werden. Da die Tiere vollkommen gleichmäßig gehalten und ernährt worden waren, dürften die bei den Versuchen gefundenen Verdaulichkeitskoeffizienten wohl vergleichbar sein.

Die Tagesration war dieselbe wie bei Schaf I, mithin ist die Summe der an Schaf II in sechs Tagen verabreichten Nährstoffe gleich der Hälfte der dem Schaf I in zwölf Tagen vorgelegten.<sup>1)</sup> Die an Schaf II in den sechs Versuchstagen (7./II., 9./II., 12./II., 13./II., 16./II und 17./II.) zur Verabreichung gelangten Futtermittel enthielten also folgende Nährstoffmengen:

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Trockensubstanz     | 3388,50 g |
| Rohprotein          | 243,60 >  |
| Rohfett             | 69,66 >   |
| Rohfaser            | 1256,04 > |
| N-fr. Extraktstoffe | 1705,86 > |
| Pentosane           | 674,46 >  |

Die Futterreste der ganzen Periode betragen frisch 229 g, lufttrocken 175 g, die auf die Versuchstage entfallenden in frischem Zustand 84 g. Daraus berechnet sich lufttrockene Substanz

$$\frac{229}{175} = \frac{84}{x} \quad x = 64,19 \text{ g.}$$

Der Anteil an abgeseihten Resten betrug für die ganze Periode 14,25 g, für die Versuchstage ergeben sich daher

$$\frac{175}{14,25} = \frac{64,19}{x} \quad x = 5,23 \text{ g.}$$

Es sind daher  $64,19 - 5,23 = 58,96$  g Strohreste und 5,23 g abgeseigte Reste in Anrechnung zu bringen. Durch die Analysen wurde folgende prozentische Zusammensetzung der Strohreste ermittelt:

<sup>1)</sup> Seite 338.

| Nährstoffe                | In<br>Strohresten<br>% | In<br>abgesiebten<br>Resten<br>% |
|---------------------------|------------------------|----------------------------------|
| Trockensubstanz . . . . . | 92,57                  | 93,17                            |
| Rohprotein . . . . .      | 2,05                   | 14,06                            |
| Rohfett . . . . .         | 0,94                   | —                                |
| Rohfaser . . . . .        | 47,70                  | —                                |
| N-freie Extraktstoffe . . | 36,52                  | —                                |
| Pentosane . . . . .       | 23,44                  | —                                |

In den Futterresten sind mithin folgende Nährstoffmengen in Gramm enthalten:

| Nährstoffe                | In<br>58,96 g<br>Strohresten | In<br>5,23 g<br>abges. Resten | Zusammen |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------|
| Trockensubstanz . . . . . | 54,58                        | 4,87                          | 59,45    |
| Rohprotein . . . . .      | 1,20                         | 0,73                          | 1,94     |
| Rohfett . . . . .         | 0,45                         | —                             | 0,45     |
| Rohfaser . . . . .        | 28,12                        | —                             | 28,12    |
| N-freie Extraktstoffe . . | 21,53                        | —                             | 21,53    |
| Pentosane . . . . .       | 13,82                        | —                             | 13,82    |

Die Ausscheidung an festen Exkrementen in lufttrockener Substanz in den sechs Versuchstagen betrug laut Ausweis 1825,78 g.

Die prozentische Zusammensetzung und die Menge der in den festen Exkrementen während der Versuchstage ausgeschiedenen Nährstoffe ist aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich:

| Nährstoffe                | In %<br>der<br>lufttrockenen<br>Substanz | In g<br>in 1825,78 g<br>lufttrockenen<br>Exkrementen |
|---------------------------|--|--|
| Trockensubstanz . . . . . | 92,61                                    | 1690,85  |
| Rohprotein . . . . .      | 6,23                                     | 113,75   |
| Rohfett . . . . .         | 2,22                                     | 40,53  |
| Rohfaser . . . . .        | 36,48                                    | 660,04   |
| N-freie Extraktstoffe . . | 40,38                                    | 737,25   |
| Pentosane . . . . .       | 19,18                                    | 350,18   |

## Zusammenstellung.

| Nährstoffe            | Summa<br>der<br>verab-<br>reichten<br>Nährstoffe | Summa<br>der<br>Nährstoffe<br>in<br>Resten | Summa<br>der<br>aufge-<br>nomme-<br>nen<br>Nährstoffe | Summa<br>der<br>ausge-<br>schie-<br>denen<br>Nährstoffe | Verdaut |              |
|-----------------------|--|--|---|---|---------|--------------|
|                       |  |  |   |   | in g    | in %         |
| Trockensubstanz .     | 3888,50  | 59,45                                      | 3829,05   | 1690,85   | 2138,20 | 55,84        |
| Rohprotein . . . .    | 243,60   | 1,94                                       | 241,66  | 113,75  | —       | —            |
| Rohfett . . . . .     | 69,66  | 0,45                                       | 69,21   | 40,53   | 28,68   | 41,44        |
| Rohfaser . . . . .    | 1256,04  | 28,12                                      | 1227,92   | 660,04  | 567,88  | 46,25        |
| N-freie Extraktstoffe | 1705,86  | 21,53                                      | 1684,33   | 737,25  | 947,08  | 56,23        |
| Pentosane . . . . .   | 674,46   | 13,82                                      | 660,64  | 350,18  | 310,46  | <b>46,99</b> |

## Stickstoffbilanz:

|   |                      |                      |
|---|----------------------|----------------------|
|   | Aufgenommen          | 241,66 g Rohprotein. |
| In den festen Exkrementen ausgeschieden     | 113,75 »             | »                    |
|   | bleibt               | 127,91 g »           |
|   | oder 127,91 : 6,25 = | 20,47 » N.           |
| In den flüssigen Exkrementen                | 42,94 »              | » ausgeschieden.     |
| Folglich mehr ausgeschieden als aufgenommen | 22,47 g N.           |                      |
| Gewicht am 3./II.                           | 39,0 kg              |                      |
| » » 4./II.                                  | 39,5 »               |                      |
| » » 5./II.                                  | 39,8 »               |                      |
|   | im Mittel            | 39,43 kg             |
| am 17./II.                                  | 38,0 kg              |                      |
| » 18./II.                                   | 38,3 »               |                      |
| » 19./II.                                   | 38,1 »               |                      |
|   | im Mittel            | 38,14 kg             |
| Gewichtsabnahme in 14 Tagen                 |                      | 1,30 kg              |
| mithin in 6 Tagen                           | 557,16 g.            |                      |

Einer Mehrausscheidung von 22,47 g N steht eine Gewichtsabnahme von 557,16 g gegenüber.

Vergleicht man dieses Verhältnis mit dem bei Schaf I gefundenen, so ergibt sich eine befriedigende Übereinstimmung. Bei Schaf I entsprach einer Mehrausscheidung von 35,81 g N eine Gewichtsabnahme von 857,16 g.

Hätten sich beide Tiere in der durch die Gewichtsabnahme bedingten Stickstoffausscheidung vollkommen gleichmäßig verhalten, so hätte Schaf II nach der Gleichung  $\frac{857,16}{35,81} = \frac{557,16}{x}$ ,  $x = 23,27$  g

Stickstoff mehr ausscheiden müssen, als es aufgenommen hatte. Tatsächlich betrug die Stickstoffmehrausscheidung 22,47 g, also um 0,8 g weniger, als die theoretische Berechnung erfordert. Man wird also wohl behaupten dürfen, daß die Tiere sich in ihrem Stickstoffumsatz gleichmäßig verhalten haben.

Auch die Verdaulichkeit der Nährstoffe ist bei beiden Tieren ziemlich gleich, besonders bei den Pentosanen: 46,66 und 46,99 %.

Die Rohfaser ist durch Schaf II in etwas höherem Maße verdaut worden. Der Verdauungskoeffizient wurde zu 46,25 % bestimmt, fällt also mit der Minimalzahl der J. Kühnschen Tabellen 46,8 % fast zusammen. Daraus kann man schließen, daß die Futterration so zusammengesetzt war, daß ihr Gehalt an leicht löslichen Kohlehydraten gerade genügte, um die Verdaulichkeit der Rohfaser auf das bei Verabreichung normaler Rationen gefundene Minimum herabzudrücken. Ein Schluß auf die eventuell auch auf die Verdaulichkeit der Pentosane ausgeübte Depression wird erst möglich sein, wenn, wie später zu besprechen, festgestellt sein wird, ob die Verdaulichkeit der Pentosane bei Vermehrung der leicht löslichen Kohlehydrate in der Ration in demselben Maße verringert wird, wie die der Rohfaser.

## B. Die Verdaulichkeit der Pentosane in Ähren und Spreu.

Durch den nunmehr zu beschreibenden Versuch sollte die Verdaulichkeit der Pentosane in Ähren und Spreu geprüft werden. Die Ration blieb dieselbe wie in den vorigen Versuchen, nur wurden anstatt des Strohes die zugehörigen Ähren samt Spreu, deren Gewinnung bei dem Düngungsversuch beschrieben ist, verfüttert. Es wurde annähernd die gleiche Trockensubstanzmenge wie im Stroh aufgenommen, der Versuch kann daher auch als Beitrag zu der Frage aufgefaßt werden, ob Ähren und Spreu einen ihrem höheren Nährstoffgehalt entsprechenden größeren Nähreffekt ausüben.

Da das geerntete Material für einen Versuch mit beiden Tieren nicht ausreichte, wurde nur Schaf I als Versuchstier benutzt; aus demselben Grunde wurde bereits nach dreitägiger

Vorfütterung mit dem Versuch begonnen. Die Periode, welche ohne Störung verlief, dauerte vom 25. Februar bis 8. März, umfaßte also 12 einwandfreie Versuchstage. Verabreicht wurden bis 28. März täglich 450 g Ähren und Spreu, an den übrigen Tagen 433 g, um auf annähernd die gleiche Trockensubstanzmenge wie bei der Strohfütterung zu kommen. Das Futter wurde, wie zu erwarten war, gern aufgenommen und bis auf geringe Reste, die nur aus Spreu bestanden, verzehrt. An Beifutter kamen, um die Versuche vergleichbar zu machen, dieselben Quantitäten zur Verabreichung wie in der ersten Periode.

Der Verlauf des Versuches im einzelnen ist aus dem beigefügten Ausweis<sup>1)</sup> ersichtlich.

Zur Verabreichung gelangten in den 12 Versuchstagen 5247 g Ähren und Spreu. Der ermittelte Gehalt betrug in Prozenten der lufttrockenen Substanz:

|                       |         |
|-----------------------|---------|
| Trockensubstanz       | 90,56 % |
| Rohprotein            | 4,28 %  |
| Rohfett               | 1,82 %  |
| Rohfaser              | 32,19 % |
| N-freie Extraktstoffe | 41,36 % |
| Pentosane             | 24,65 % |

Die Summe der während der Periode verabreichten Nährstoffe ist aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich.

| Nährstoffe                  | In<br>5247 g<br>Ähren u. Spreu | Im<br>Beifutter | Zusammen |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------|----------|
| Trockensubstanz . . . . .   | 4751,68                        | 1944,60         | 6696,28  |
| Rohprotein . . . . .        | 224,57                         | 373,80          | 598,37   |
| Rohfett . . . . .           | 95,49                          | 57,24           | 152,73   |
| Rohfaser . . . . .          | 1689,01                        | —               | 1689,01  |
| N-freie Extraktstoffe . . . | 2170,16                        | 1528,80         | 3698,96  |
| Pentosane . . . . .         | 1293,38                        | —               | 1293,38  |

Die Reste der 12 Versuchstage betragen 42,23 g lufttrockene Substanz. Das Durchsieben der Reste unterblieb, da dieselben nur aus Spreu bestanden, daher eine Durchschnittsprobe leicht herzustellen war.

<sup>1)</sup> Beilage VI.

Über den prozentischen Gehalt sowie über die Menge der in den Resten enthaltenen Nährstoffe gibt folgende Tabelle Auskunft:

| Nährstoffe                | In % der lufttrockenen Substanz | In g in 42,23 g Resten |
|---------------------------|---------------------------------|------------------------|
| Trockensubstanz . . . .   | 93,13                           | 39,33                  |
| Rohprotein . . . . .      | 6,49                            | 2,74                   |
| Rohfett . . . . .         | 1,76                            | 0,74                   |
| Rohfaser . . . . .        | 19,90                           | 8,40                   |
| N-freie Extraktstoffe . . | 42,75                           | 18,05                  |
| Pentosane . . . . .       | 21,28                           | 8,99                   |

Die während der Versuchstage ausgeschiedenen festen Exkrementen betragen in lufttrockenem Zustand 3549,24 g.

Der prozentische Gehalt und die resultierenden Nährstoffmengen betragen:

| Nährstoffe                | In % der lufttrockenen Substanz | in g in 3549,24 g fest. Exkr. |
|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Trockensubstanz . . . .   | 92,49                           | 3282,69                       |
| Rohprotein . . . . .      | 7,12                            | 252,70                        |
| Rohfett . . . . .         | 2,09                            | 74,18                         |
| Rohfaser . . . . .        | 28,00                           | 993,79                        |
| N-freie Extraktstoffe . . | 42,55                           | 1510,20                       |
| Pentosane . . . . .       | 21,75                           | 771,96                        |

Aus den gefundenen Zahlen ergibt sich die Verdaulichkeit der einzelnen Nährstoffe.

| Nährstoffe              | Summa der verabreichten Nährstoffe | Summa der Nährstoffe in den Resten | Summa der aufgenommenen Nährstoffe | Summa der ausgeschiedenen Nährstoffe | Verdaut |              |
|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------|--------------|
|                         |                                    |                                    |                                    |                                      | in g    | in %         |
| Trockensubstanz . . . . | 6696,28                            | 39,33                              | 6656,95                            | 3282,69                              | 3374,26 | 50,69        |
| Rohprotein . . . . .    | 598,37                             | 2,74                               | 595,63                             | 252,70                               | —       | —            |
| Rohfett . . . . .       | 152,73                             | 0,74                               | 151,99                             | 74,18                                | 77,81   | 51,19        |
| Rohfaser . . . . .      | 1689,01                            | 8,40                               | 1680,61                            | 993,79                               | 686,82  | 40,87        |
| N-freie Extraktstoffe   | 3698,96                            | 18,05                              | 3680,91                            | 1510,20                              | 2170,71 | 58,97        |
| Pentosane . . . . .     | 1293,38                            | 8,99                               | 1284,39                            | 771,96                               | 512,43  | <b>39,89</b> |

## Stickstoffbilanz:

|   |            |
|---|------------|
| Rohprotein aufgenommen                    | 595,63 g   |
| » ausgeschieden                           | 252,70 »   |
| Rest                                      | 342,93 g.  |
| Rohprotein = 342,93 : 6,25 =              | 54,87 g N  |
| Im Harn ausgeschieden                     | 76,33 » »  |
| Mithin mehr ausgeschieden als aufgenommen | 21,46 g N. |

## Die Wägungen ergaben:

|            |         |                                     |
|------------|---------|-------------------------------------|
| am 23./II. | 37,9 kg |                                     |
| » 24./II.  | 37,5 »  |                                     |
|            |         | im Mittel 37,7 kg                   |
| » 7./III.  | 34,6 »  |                                     |
| » 8./III.  | 35,4 »  |                                     |
|            |         | » » 35,0 »                          |
|            |         | Gewichtsverlust in 12 Tagen 2,7 kg. |

Das Resultat ist auffallend, und es ist sehr zu bedauern, daß aus Mangel an Material der Parallelversuch unterbleiben mußte.

Vergleichen wir das eben gewonnene Resultat mit dem der ersten Periode, was zugänglich ist, da es sich um dasselbe Tier handelt, Dauer und Ausführung der Versuche die gleichen waren; der einzige Unterschied darin bestand, daß das Rauhfutter in dem einen Fall aus Stroh, in dem anderen Fall aus Ähren und Spreu bestand. Die aufgenommene Trockensubstanzmenge war annähernd gleich:

|   |         |
|---|---------|
| Trockensubstanz in Stroh 5400 à 89,49 = | 4832,46 |
| Trockensubstanz in Resten               | 272,09  |
| Aufgenommene Trockensubstanz in Stroh   | 4550,37 |
| Trockensubstanz in Ähren und Spreu      | 4751,68 |
| Trockensubstanz in Resten               | 39,33   |

Aufgenommene Trockensubstanz in Ähren und Spreu 4712,35

Es wurden also bei der Fütterung von Ähren und Spreu noch 4712,35 — 4550,37 = 161,98 g Rauhfuttertrockensubstanz mehr aufgenommen.

Ein Vergleich der gefundenen Verdaulichkeitszahlen ergibt sich aus folgender Zusammenstellung.

| Nährstoffe                  | Verdaulichkeitskoeffizient |                       |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------|
|                             | in Stroh <sup>1)</sup>     | in Ähren<br>und Spreu |
| Trockensubstanz . . . . .   | 50,23                      | 50,69                 |
| Rohprotein . . . . .        | —                          | —                     |
| Rohfett . . . . .           | 42,60                      | 51,19                 |
| Rohfaser . . . . .          | 45,16                      | 40,87                 |
| N-freie Extraktstoffe . . . | 59,65                      | 58,97                 |
| Pentosane . . . . .         | 46,66                      | 39,89                 |

Die Verdaulichkeit der Rohfaser im Ähren- und Spreugemisch war also etwas niedriger als im Stroh, dagegen die Verdaulichkeit des Fettes nicht unbedeutend höher; der geringe Verdauungskoeffizient für die Pentosane fällt nicht ins Gewicht, da die Verdaulichkeit der N-freien Extraktstoffe insgesamt, von denen die Pentosane einen Teil ausmachen, ebenso groß ist wie im Stroh; man wird also sagen dürfen, daß die Verdaulichkeit der einzelnen Nährstoffe nicht geringer ist als im Stroh.

Trotzdem ist der Nähreffekt des Ähren- und Spreugemisches wesentlich ungünstiger als der des Strohes; denn während das Tier bei Strohfütterung in 12 Tagen 857,16 g an Gewicht abnahm, verlor es bei Verabreichung von Ähren und Spreu in derselben Zeit 2700,00 g, also über das Dreifache. Es scheint mir dadurch erwiesen, daß Ähren und Spreu trotz ihres höheren Gehaltes an Stickstoff, Fett und N-freien Extraktstoffen und trotzdem die Nährstoffgruppen, mit Ausnahme der Rohfaser, nicht weniger verdaulich sind, als im Stroh, nicht imstande sind, Stroh zu ersetzen.

Es fiel mir auf, daß das Tier während der Ährenfütterung größeren Hunger zeigte als bei Strohfütterung. Das verabreichte Ährenspreu-Gemisch wurde gierig binnen kurzer Zeit verzehrt, und das Tier war offenbar noch nicht gesättigt. Der Grund mag darin liegen, daß Ähren und Spreu der Verdauung leichter unterliegen als das rohfaserreiche Stroh, daher vielleicht nicht geeignet sind, die für eine normale Funktion der Verdauungs-

<sup>1)</sup> Seite 340.

organe nötige Magenfüllung herbeizuführen. Dadurch daß die Verdauungswerkzeuge nicht genügend beschäftigt sind, mag ein anormaler Zustand eintreten, aus welchem die starke Gewichtsabnahme zu erklären wäre.

Auffallend ist noch, daß der Stickstoffumsatz im Tierkörper sich offenbar anders verhält als bei der Strohütterung; denn während in der ersten Periode die Gewichtsabnahme von 857,16 g einer Stickstoffmehrausscheidung von 33,81 g entsprach, wurden bei der Ähren- und Spreuütterung nur 21,46 g N mehr ausgeschieden, trotzdem die Gewichtsabnahme 2700 g betrug.

Eine Wiederholung des Versuches, den ich leider nicht vornehmen konnte, wäre von großem Interesse, zumal, wenn es sich bestätigen sollte, daß die Verdaulichkeit der Pentosane in Ähren und Spreu geringer ist als im Stroh, man auf eine abweichende Zusammensetzung der Pentosane in Ähren schließen dürfte, da die Ähren gewiß nicht reicher an inkrustierenden Substanzen sind als Stroh, darin der Grund für die geringere Verdaulichkeit also nicht gesucht werden dürfte.

### C. Die Verdaulichkeit der Pentosane in aufgeschlossenem Stroh.

Während des Versuches mit Ähren und Spreu an Schaf I wurde Schaf II mit Stroh gefütterter, welches nach Lehmannscher Methode aufgeschlossen worden war. Eine Notiz der Deutschen Landwirtschaftlichen Presse, Jahrgang 29 Nr. 52 S. 445, und ein Referat im Zentralblatt für Landwirtschaft 1902 S. 738 handeln über das Verfahren. Dasselbe<sup>1)</sup> besteht darin, daß gehäckseltes Stroh mit dem dreifachen Gewicht Wasser, in welchem 3% oder 4% des Strohgewichts Ätznatron aufgelöst ist, 6 Stunden bei 6 Atmosphären Überdruck gedämpft wird.

Welche große Bedeutung Herr Professor Lehmann-Göttingen der Strohaufschließung beimißt, geht aus den auf der 17. Wanderausstellung der deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in Hannover in Form eines Anschlages veröffentlichten Be-

<sup>1)</sup> Das angegebene Verfahren ist das gegenwärtig von Lehmann als das günstigste erkannte.

hauptung hervor, daß «der Aufschließungsprozeß den Kreis der Nährstoffe in Deutschland pro Jahr um den Wert von einer Milliarde Mark erweitern könnte». Die Vorteile, welche durch die Aufschließung erzielt werden, bestehen darin, daß die schwer löslichen Nährstoffe im Stroh verdaulicher gemacht werden, und daß die Tiere eine beträchtlich größere Quantität Stroh in aufgeschlossenem Zustand aufnehmen.

Schädliche Einflüsse hat Herr Professor Lehmann bei dem seit Jahren ausgeführten Fütterungsverfahren nicht beobachtet, sodaß bereits im großen Maßstab auf der Domäne Coldingen aufgeschlossenes Stroh zur Verfütterung gelangt.

Durch den Aufschließungsprozeß werden vor allem Rohfaser und N-freie Extraktstoffe verdaulicher gemacht; es war mithin für mich von Wichtigkeit, die Einwirkung der Aufschließung auf die Verdaulichkeit der Pentosane zu untersuchen. Leider mußte der Versuch vorzeitig abgebrochen werden, weil der Dämpfapparat schadhaft wurde. Wenn ich trotzdem auf den Versuch eingehe, so geschieht dies deshalb, weil sich einige interessante Beobachtungen ergaben.

Die Aufschließung erfolgte in einem runden eisernen Dampftopf von 105 cm Höhe und 50 cm innerem Durchmesser, in welchen 3 eiserne ineinanderschraubbare runde Gefäße passen. Mittels eines Gasbrenners wird das auf dem Boden des Topfes stehende Wasser zum Verdampfen gebracht; durch Regulierung des Brenners hat man es in der Hand, den Druck auf der gewünschten Höhe zu erhalten.

Die erste Aufschließung erfolgte am 21/II. Es wurden 1500 g Strohhäcksel von demselben Material, welches in der ersten Periode verfüttert worden war, mit 3 l Wasser, in welchem 45 g Ätznatron aufgelöst waren, in eins der eisernen Gefäße gebracht und 6 Stunden bei 5—6 Atmosphären gedämpft. Zum Abkühlen blieb der Apparat über Nacht stehen, am nächsten Tag wurde das nunmehr aufgeschlossene Stroh herausgenommen und in einem hohen Gefäß aus glasiertem Ton zur Verfütterung aufbewahrt.

Das Stroh zeigte eine dunkelbraune Farbe, nur auf dem Boden des Gefäßes war es schwarz und so stark zerkocht,

daß es eine speckige Masse bildete. Zur Verfütterung wurde nur das unzerkochte Stroh verwendet. Dasselbe war sehr feucht. Die Bestimmung der lufttrockenen Substanz, zu welchem Zweck 200 g in einer Glasschale bis zur Konstanz des Gewichtes bei mäßiger Wärme (ca. 60°) getrocknet und nach mehrstündigem Stehen an der Luft gewogen wurden, ergab 19,25 %.

Von diesem Material wurden dem Tier am 22./II. mittags 100 g in einer Schale vorgehalten, die Aufnahme aber verweigert. Die Schale blieb im Futterkasten stehen, am Abend war das aufgeschlossene Stroh noch unberührt, am nächsten Morgen bis auf geringe Reste verzehrt.

Am 23./II. wurden bei jeder Fütterung vor Verabreichung des Beifutters 100 g aufgeschlossenes Stroh in der Schale vorgehalten und auch aufgenommen.

Am 24./II. steigerte ich die Gabe, indem früh 200 g, mittags 200 g und abends 750 g verabreicht und restlos aufgenommen wurden. Es wurden also an diesem Tag 1150 g frisches, d. i. 221,37 g lufttrockenes aufgeschlossenes Stroh verabreicht.

Am nächsten Tag war das Tier zur Aufnahme des aufgeschlossenen Materials nicht zu bewegen und machte einen kranken Eindruck. Es wurde daher in den nächsten zwei Tagen unverändertes Stroh verabreicht und bis 600 g restlos verzehrt.

Am 28./II. reichte ich dem Tier wiederum aufgeschlossenes Stroh, und zwar Material, welches am 25./II. gedämpft worden war. Bei diesem Aufschließungsprozeß wurden 6000 g Stroh mit 12 l Wasser und 180 g Ätznatron nach der Vorschrift behandelt. Das frische Material enthielt 29,7 % lufttrockene Substanz.

Zur Verabreichung kamen

|            |        |          |                  |       |   |        |           |       |
|------------|--------|----------|------------------|-------|---|--------|-----------|-------|
| am 1./III. | 400 g  | frisches | aufgeschlossenes | Stroh | + | 532 g  | unveränd. | Stroh |
| > 2./III.  | 600    | >        | >                | >     | + | 386    | >         | >     |
| > 3./III.  | 800    | >        | >                | >     | + | 273    | >         | >     |
| > 4./III.  | 1000   | >        | >                | >     | + | 232    | >         | >     |
| > 5./III.  | 709    | >        | >                | >     | + | 200    | >         | >     |
| > 6./III.  | 1059   | >        | >                | >     | + | 82     | >         | >     |
| Summa      | 4568 g | >        | >                | >     | + | 1705 g | >         | >     |

Als am folgenden Tag nur aufgeschlossenes Stroh verabreicht wurde, und zwar 1800 g, wurden diese zwar noch restlos aufgenommen, das Tier machte aber wiederum, wie am 25./II., einen kranken Eindruck. Es lag zumeist, zeigte keine Freßlust, knirschte mit den Zähnen und, was mir besonders auffiel, das Wiederkauen unterblieb. Noch zwei Tage setzte ich die Fütterung mit aufgeschlossenem Stroh fort. Da sich der Zustand des Tieres aber nicht besserte, dasselbe auch größere Mengen Reste ließ, ging ich am 9./III. wieder dazu über, unverändertes Stroh zu verabreichen.

Zweimal hatte das Tier also, sobald nur aufgeschlossenes Stroh zur Verabreichung gelangte, in der Freßlust nachgelassen und sich, seinem Aussehen und Verhalten nach, in krankhaftem Zustand befunden.

Da Herr Professor Lehmann seit längerer Zeit, ohne irgendwelche Störung im Gesundheitszustand der Tiere zu beobachten, aufgeschlossenes Stroh verfüttert, und der Aufschließungsprozeß genau nach der von ihm vorgeschriebenen Methode erfolgt war, konnte der Grund für die ungünstige Einwirkung auf mein Versuchstier darin liegen, daß zu altes Material verfüttert wurde. Zwar wurde dasselbe in einem zugedeckten Gefäß aufbewahrt; ein wässriger Auszug zeigte eine schwach saure Reaktion, ein Umstand, der für die Widerstandsfähigkeit gegen die zersetzende Einwirkung von Mikroorganismen spricht; eine andere Erklärung fand ich aber für den offenbar schädlichen Einfluß nicht. Ich beabsichtigte nunmehr, täglich zu dämpfen, und zwar nur soviel, wie pro Tag verfüttert werden sollte, konnte aber diesen Plan leider nicht ausführen, da, wie bereits erwähnt, der Dämpfapparat undicht wurde und einer längeren Reparatur unterworfen werden mußte.

Wenn ich, trotzdem der Versuch nicht über die Vorfütterung hinaus gediehen ist, aus demselben einen Schluß auf den Einfluß der Aufschließung ziehen will, so geschieht dies aus folgenden Gründen: Es stehen 6 Versuchstage (1./III.—6./III.) zur Verfügung, in denen sich keinerlei Störung bemerkbar machte. Zur Verabreichung kam neben Stroh, dessen Verdaulichkeit an demselben Tier, in derselben Versuchsdauer und bei Verab-

reichung der gleichen Beifuttermengen bestimmt worden war, ein Teil aufgeschlossenes Stroh. Ich glaube daher berechtigt zu sein, durch Gegenüberstellung der hier gefundenen Verdauungskoeffizienten und der in der ersten Periode bei Versuchstier II ermittelten den Einfluß der Aufschließung zur Anschauung zu bringen.

Die Reste waren nur gewogen, aber nicht gesammelt worden, sind aber so gering, daß ich keinen das Resultat wesentlich beeinträchtigenden Fehler zu begehen glaube, wenn ich annehme, daß sie dieselbe Zusammensetzung hatten, wie die Reste der ersten Periode.

Verabreicht wurden in den 6 Versuchstagen, wie aus dem Ausweis <sup>1)</sup> ersichtlich:

Unverändertes Stroh 1705,00 g  
 Aufgeschlossenes » frisch 4568 = lufttrocken 1356,70 »  
 An Beifutter dieselben Mengen wie in der ersten Periode.

Die Zusammensetzung des unveränderten Strohes ist zwar bereits angegeben, mag aber des Vergleiches wegen nochmals aufgeführt werden:

| Nährstoffe            | In % der lufttrockenen Substanz |                        |
|-----------------------|---------------------------------|------------------------|
|                       | unverändertes Stroh             | aufgeschlossenes Stroh |
| Trockensubstanz .     | 89,49                           | 93,50                  |
| Rohprotein . . . .    | 2,10                            | 2,94                   |
| Rohfett . . . . .     | 1,52                            | 1,62                   |
| Rohfaser . . . . .    | 46,52                           | 45,03                  |
| N-freie Extraktstoffe | 34,87                           | 35,39                  |
| Pentosane . . . . .   | 24,98                           | 19,56                  |

Der Gehalt der Ration an Nährstoffen ergibt sich aus nachstehender Zusammenstellung:

| Nährstoffe                | In 1705 g unv. Stroh | In 1356,70 g aufgeschl. Stroh | Im Beifutter | Zusammen |
|---------------------------|----------------------|-------------------------------|--------------|----------|
| Trockensubstanz . . . . . | 1525,80              | 1268,51                       | 972,30       | 3766,61  |
| Rohprotein . . . . .      | 35,80                | 39,89                         | 186,90       | 262,59   |
| Rohfett . . . . .         | 25,92                | 21,98                         | 28,62        | 76,52    |
| Rohfaser . . . . .        | 793,17               | 610,92                        | —            | 1404,09  |
| N-freie Extraktstoffe . . | 594,53               | 480,14                        | 764,40       | 1839,07  |
| Pentosane . . . . .       | 425,91               | 265,37                        | —            | 691,28   |

<sup>1)</sup> Beilage VII.

Die Menge der Nährstoffe im Beifutter ergibt sich durch Multiplikation der auf Seite 335 berechneten Zahlen mit 6, der Anzahl der Versuchstage.

Die Reste betragen, wie aus dem Ausweis ersichtlich, 88 g in frischem Zustand, daher, wenn man dieselbe Zusammensetzung annimmt, wie bei den Strohresten der ersten Periode, lufttrocken  $229 : 175 = 88 : x$ ,  $x = 67,25$  g.

Aus der auf Seite 343 angegebenen prozentischen Zusammensetzung der Strohreste und abgeseibten Reste ergeben sich folgende Nährstoffmengen in den Futterresten der vorliegenden Periode, wenn man den dort gefundenen Nährstoffgehalt durch 64,19, das ist die Summe der Reste, dividiert und die gefundene Zahl mit 67,25 multipliziert:

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Trockensubstanz       | $\frac{59,45}{64,19} \cdot 67,25 = 62,28$ |
| Rohprotein            | $\frac{1,94}{64,19} \cdot 67,25 = 2,03$   |
| Rohfett               | $\frac{0,45}{64,19} \cdot 67,25 = 0,47$   |
| Rohfaser              | $\frac{28,12}{64,19} \cdot 67,25 = 29,46$ |
| N-freie Extraktstoffe | $\frac{21,53}{64,19} \cdot 67,25 = 22,57$ |
| Pentosane             | $\frac{13,82}{64,19} \cdot 67,25 = 14,48$ |

An festen Exkrementen wurden in den Versuchstagen 1821,70 g lufttrockene Masse ausgeschieden.

Die prozentische Zusammensetzung und der sich daraus in den Ausscheidungen ergebende Stoffgehalt ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich:

| Nährstoffe                | In % der lufttrockenen Substanz | In g in 1821,70 g festen Exkr. |
|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Trockensubstanz . . .     | 93,45                           | 1702,38                        |
| Rohprotein . . . . .      | 8,97                            | 163,41                         |
| Rohfett . . . . .         | 2,40                            | 43,72                          |
| Rohfaser . . . . .        | 34,70                           | 632,13                         |
| N-freie Extraktstoffe . . | 39,58                           | 721,03                         |
| Pentosane . . . . .       | 15,94                           | 290,38                         |

## Zusammenstellung:

| Nährstoffe                | Summa<br>der<br>verab-<br>reichten<br>Nährstoffe | Summa<br>der<br>Nährstoffe<br>in den<br>Resten | Summa<br>der<br>aufge-<br>nomme-<br>nen<br>Nährstoffe | Summa<br>der<br>ausge-<br>schie-<br>denen<br>Nährstoffe | Verdaut |              |
|---------------------------|--|--|---|---|---------|--------------|
|                           |  |  |   |   | in g    | in %         |
| Trockensubstanz . . . . . | 3766,61  | 62,28  | 3704,33   | 1702,38   | 2001,95 | 54,04        |
| Rohprotein . . . . .      | 262,59   | 2,03   | 260,56  | 163,41  | —       | —            |
| Rohfett . . . . .         | 76,52  | 0,47   | 76,05   | 43,72   | 32,33   | 42,51        |
| Rohfaser . . . . .        | 1404,09  | 29,46  | 1374,63   | 632,13  | 742,50  | 54,01        |
| N-freie Extraktstoffe     | 1839,07  | 22,57  | 1416,50   | 721,03  | 1095,47 | 60,31        |
| Pentosane . . . . .       | 691,28   | 14,48  | 676,80  | 290,38  | 386,42  | <b>57,09</b> |

Die Verdaulichkeit der Rohfaser, N-freier Extraktstoffe und besonders der Pentosane ist somit durch die Beifütterung von aufgeschlossenem zu unverändertem Stroh beträchtlich erhöht worden.

Da die Verdaulichkeitskoeffizienten für die Nährstoffe im unveränderten Stroh durch die erste Periode ermittelt worden sind, lassen sich dieselben für das aufgeschlossene Stroh rechnerisch feststellen.

Es sind in der vorliegenden Periode von den verabreichten 1404,09 g Rohfaser verdaut 742,50 g. Im unveränderten Stroh sind 793,17 g Rohfaser enthalten; setzt man diese, wie durch die erste Periode ermittelt, zu 46,25% verdaulich, dann sind von diesen verdaut worden 366,84 g. Von den im aufgeschlossenen Stroh zur Aufnahme gelangten 610,92 g Rohfaser müssen also  $742,50 - 366,84 = 375,66$  g verdaut worden sein. Das entspricht einem Verdauungskoeffizienten von 61,49%.

Führt man die Rechnung bei N-freien Extraktstoffen und Pentosanen in der gleichen Weise durch, so ergibt sich, daß die N-freien Extraktstoffe in aufgeschlossenem Stroh zu 61,16%, die Pentosane zu 70,20% verdaulich sind.

Eine Gegenüberstellung der Verdaulichkeitszahlen für unverändertes Stroh und aufgeschlossenes Stroh wird den Einfluß der Aufschließung am besten illustrieren.

| Futtermittel                          | Verdaulichkeit der |               |           |
|---------------------------------------|--------------------|---------------|-----------|
|                                       | Rohfaser           | N-freie Exkr. | Pentosane |
| Unverändertes Stroh . . . . .         | 46,25              | 56,23         | 46,99     |
| Aufgeschlossenes Stroh . . . . .      | 61,49              | 61,16         | 70,20     |
| Erhöhung der Verdaulichkeit . . . . . | 32,95 %            | 8,77 %        | 49,39 %   |

Der Versuch bestätigt die Angaben von Lehmann, daß die Aufschließung die Verdaulichkeit der Rohfaser und der N-freien Extraktstoffe, zu denen ja die Pentosen zu rechnen sind, in beträchtlichem Maße erhöht; andererseits aber geht aus den angegebenen Beobachtungen hervor, daß das aufgeschlossene Stroh weniger gern aufgenommen wurde als unverändertes. Das Tier mußte zur Aufnahme förmlich gezwungen werden, und als versuchsweise dem Versuchstier I aufgeschlossenes Stroh vorgelegt wurde, rührte es dasselbe nicht an.

Der Grund für die Beeinträchtigung des Gesundheitszustandes, welche, wie erwähnt, zweimal beobachtet wurde, mag darin zu suchen sein, daß zu altes Material zur Anwendung kam. Dann wäre aus dem Versuch der Schluß zu ziehen, daß aufgeschlossenes Stroh bald nach dem Dämpfen verfüttert werden muß. Im ersten der angegebenen Fälle trat der schädigende Einfluß schon am vierten Tag nach der Dämpfung zutage, im zweiten Fall erst am zehnten Tage. Eine Untersuchung über diese Frage, die nicht unwesentlich ist, weil häufiges Dämpfen natürlich die Kosten des Verfahrens erhöhen würde, ist meines Wissens noch nicht angestellt; ferner ist noch nicht geprüft, ob der hohe Natrongehalt des aufgeschlossenen Strohes auf tragende Tiere nicht ungünstig wirkt, was zu befürchten ist nach den ungünstigen Erfahrungen, welche mit der Melasse infolge ihres hohen Salzgehaltes gemacht worden sind. Nach dem Gesagten glaube ich behaupten zu dürfen, daß die Verwendung von aufgeschlossenem Stroh zu Fütterungszwecken sich noch im Stadium des Versuches befindet, und daß vorläufig zu einer allgemeinen Einführung des Verfahrens, dessen eminente Bedeutung zweifellos ist, wenn es nicht nur ein hochverdauliches, sondern auch gern aufgenommenes und bekömm-

liches Futter liefert, in die landwirtschaftliche Praxis noch nicht geraten werden kann.

#### D. Die Verdaulichkeit der Pentosane im Stroh bei Beifütterung abnorm hoher Mengen leicht löslicher Kohlehydrate.

Bei Besprechung der in der ersten Periode gefundenen Zahlen ist darauf hingewiesen worden, daß die Beifütterung von Stärke und Zucker offenbar eine Depression auf die Verdaulichkeit der Rohfaser ausgeübt hatte.

Der nunmehr zu besprechende Versuch soll prüfen, in welchem Maß die Depression sich stärker bemerkbar macht bei Verdoppelung der Stärke- und Zuckermengen, ob die Verdaulichkeit der Pentosane ebenfalls beeinträchtigt wird, eventuell ob die Verringerung der Verdaulichkeit bei den Pentosanen ebenso groß ist wie bei der Rohfaser.

Die Ration wurde so bemessen, daß neben Stroh, von welchem täglich im Durchschnitt 550 g verabreicht wurden, die doppelte Beifuttermenge, also 78 g Fleischmehl, 240 g Stärke und 60 g Zucker verfüttert wurden. Das Beifutter wurde restlos aufgenommen.

Der Wasserkonsum stieg auf mehr als das Doppelte. Er betrug gegen 630 ccm im Durchschnitt der sechs Versuchstage der ersten Periode 1368 ccm im Durchschnitt der sechs Versuchstage der vorliegenden Periode.

Die Stärkegabe berechnet sich auf 1000 Pfund bezogen zu 6,29 Pfund reine Stärke, die Zuckergabe zu 1,57 Pfund, Mengen, die man wohl mit Recht als abnorm hoch bezeichnen darf.

Störungen während des Versuches waren nicht zu verzeichnen, es wurden aber immer nur sechs Tage zur Berechnung herangezogen, und zwar diejenigen, in welchen die Stickstoffausscheidungen im Harn eine befriedigende Konstanz zeigten; vom 24./III. bis 26./III. hatte sich die Erhöhung der Strohgabe störend geltend gemacht; sechs Tage wurden gewählt, weil die erste Periode ebenfalls sechs Tage umfaßte.

Während der Versuchstage (21./III., 22./III., 23./III., 27./III., 29./III., 30./III.) wurden laut Ausweis<sup>1)</sup> verabreicht:

|             |        |
|-------------|--------|
| Roggenstroh | 3300 g |
| Fleischmehl | 468 »  |
| Stärke      | 1440 » |
| Zucker      | 360 ». |

Die prozentische Zusammensetzung ist dieselbe wie die der Futtermittel, welche in der ersten Periode zur Verabreichung gelangten. Als Summe der verabreichten Nährstoffe ergibt sich:

| Nährstoffe                      | In<br>3300 g Stroh | Im<br>Beifutter | Zusammen |
|---------------------------------|--------------------|-----------------|----------|
| Trockensubstanz . . . . .       | 2953,17            | 1944,60         | 4897,77  |
| Rohprotein . . . . .            | 69,30              | 373,80          | 443,10   |
| Rohfett . . . . .               | 50,16              | 57,24           | 107,40   |
| Rohfaser . . . . .              | 1535,16            | —               | 1535,16  |
| N-freie Extraktstoffe . . . . . | 1150,71            | 1528,80         | 2679,51  |
| Pentosane . . . . .             | 824,34             | —               | 824,34   |

Die auf die sechs Versuchstage entfallenden Futterreste betragen 345 g in frischem Zustand, in lufttrockenem Zustand

228,43 g

davon entfielen auf abgesiebte Reste 4,74 »

sodaß in Anrechnung zu bringen sind 223,69 g Strohreste und 4,74 g abgesiebte Reste.

Durch die Analysen wurde folgende Zusammensetzung ermittelt:

| Nährstoffe            | In % der lufttrockenen Substanzen |                     |
|-----------------------|-----------------------------------|---------------------|
|                       | Strohresten                       | abgesiebt<br>Resten |
| Trockensubstanz .     | 90,00                             | 91,99               |
| Rohprotein . . . . .  | 1,73                              | 12,18               |
| Rohfett . . . . .     | 1,15                              | —                   |
| Rohfaser . . . . .    | 46,13                             | —                   |
| N-freie Extraktstoffe | 37,16                             | —                   |
| Pentosane . . . . .   | 22,62                             | —                   |

<sup>1)</sup> Beilage VIII.

Mithin ist der in Resten ausgeschiedene Nährstoffgehalt:

| Nährstoffe                      | In<br>223,68 g<br>Strohresten | In 4,70 g<br>abgesiebten<br>Resten | Zusammen |
|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------|
| Trockensubstanz . . . . .       | 201,32                        | 4,36                               | 205,68   |
| Rohprotein . . . . .            | 3,87                          | 0,58                               | 4,45     |
| Rohfett . . . . .               | 2,57                          | .                                  | 2,57     |
| Rohfaser . . . . .              | 103,19                        | .                                  | 103,19   |
| N-freie Extraktstoffe . . . . . | 83,12                         | .                                  | 83,12    |
| Pentosane . . . . .             | 50,60                         | .                                  | 50,60    |

Ausgeschieden wurden 3876,95 g lufttrockene feste Exkremente.

Ihre prozentische Zusammensetzung und die Menge der ausgeschiedenen Nährstoffe ist nachstehend zusammengestellt:

| Nährstoffe            | In % der<br>lufttrockenen<br>Substanzen | In g<br>in 3876,95 g<br>festen Exkr. |
|-----------------------|---|--------------------------------------|
| Trockensubstanz .     | 90,94                                   | 3525,70                              |
| Rohprotein . . . .    | 8,87                                    | 343,88                               |
| Rohfett . . . . .     | 1,94                                    | 75,21                                |
| Rohfaser . . . . .    | 33,58                                   | 1301,88                              |
| N-freie Extraktstoffe | 39,68                                   | 1538,37                              |
| Pentosane . . . . .   | 17,45                                   | 676,53                               |

### Zusammenstellung.

| Nährstoffe            | Summa<br>der<br>verab-<br>reichten<br>Nährstoffe | Summa<br>der<br>Nährstoffe<br>in den<br>Resten | Summa<br>der<br>aufge-<br>nomme-<br>nen<br>Nährstoffe | Summa<br>der<br>ausge-<br>schie-<br>denen<br>Nährstoffe | Verdaut |              |
|-----------------------|--|--|---|---|---------|--------------|
|                       |  |  |   |   | in g    | in %         |
| Trockensubstanz .     | 4897,77  | 205,68   | 4692,09   | 3525,70   | 1166,39 | 24,80        |
| Rohprotein . . . .    | 443,10   | 4,45   | 438,65  | 343,88  | —       | —            |
| Rohfett . . . . .     | 107,40   | 2,57   | 104,83  | 75,21   | 29,62   | 28,27        |
| Rohfaser . . . . .    | 1535,16  | 103,19   | 1431,97   | 1301,88   | 130,09  | 9,09         |
| N-freie Extraktstoffe | 2679,51  | 83,12  | 2596,39   | 1538,37   | 1058,02 | 40,75        |
| Pentosane . . . . .   | 824,34   | 50,60  | 773,74  | 676,53  | 97,21   | <b>12,56</b> |

Ein Vergleich der hier gefundenen Verdauungskoeffizienten für Rohfaser und Pentosane mit den in der ersten Periode<sup>1)</sup> ermittelten ergibt:

| Futtermittel: Stroh              | Verdaulichkeit der |           |
|----------------------------------|--------------------|-----------|
|                                  | Rohfaser           | Pentosane |
| Bei normaler Beifuttergabe . .   | 46,25              | 46,99     |
| Bei verdoppelter Beifuttergabe . | 9,09               | 12,56     |
| Depression infolge Beifuttergabe | 80,35 %            | 73,27 %   |

Aus den Zahlen geht hervor, daß eine Beifütterung von leicht löslichen Kohlehydraten die Verdaulichkeit der Pentosane verringert, jedoch nicht in so hohem Maße als die der Rohfaser. Man wird also schließen dürfen, daß die Pentosane leichter verdaulich sind als die Rohfaser. Da in der Rohfaser immer gewisse Mengen Pentosane enthalten sind, denen die höhere Verdaulichkeit zuzusprechen ist, würde sich das Verhältnis für die Pentosane noch günstiger gestalten.

#### Schlußbetrachtung.

Die Resultate der vorliegenden Arbeit lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Die Pentosanbildung im Roggenstroh erfolgt unabhängig von der Düngung.

2. Die Pentosane sind im Halm nicht gleichmäßig verteilt; am reichlichsten sind sie in der Ährenspindel vertreten, Spreu zeigt ebenfalls einen beträchtlich höheren Pentosangehalt als Stroh, und in diesem scheint der Pentosangehalt von der Wurzel nach der Ähre zuzunehmen.

3. a) Der Verdauungskoeffizient für die Pentosane im Roggenstroh beträgt im Mittel von zwei gut übereinstimmenden Versuchen 46,825%. Diese Zahl wird dem Minimum der Verdaulichkeit nahekommen, da die bei den Versuchen zur Verfütterung gelangten Mengen Stärke und Zucker die Verdaulichkeit der Rohfaser um ein Geringes unter das Minimum herabdrückten;

<sup>1)</sup> Seite 344.

andererseits, wie aus den Resultaten des letzten Versuchs hervorgeht, die angewandten leicht löslichen Kohlehydrate auch auf die Verdaulichkeit der Pentosane eine Depression ausüben, welche fast, aber nicht so groß ist, wie die bei der Verdaulichkeit der Rohfaser beobachtete.

b) Die Verdaulichkeit der Pentosane in Ähren und Spreu scheint geringer zu sein als in Stroh. Sie wurde zu 39,89% ermittelt. Außerdem geht aus diesem Versuch hervor, daß Ähren und Spreu, trotz ihres höheren Nährstoffgehaltes, nicht denselben Nähreffekt hervorzurufen imstande sind wie Stroh.

c) Die Aufschließung des Strohes nach Lehmannscher Methode erhöhte die Verdaulichkeit der Pentosane auf 70,20%, die der Rohfaser auf 61,49%. Aus den während des Versuches gemachten Beobachtungen ist aber zu schließen, daß das aufgeschlossene Stroh nicht unter allen Umständen ein empfehlenswertes Futtermittel ist.

d) Durch Beifütterung von 6,29 Pfund Stärke und 1,57 Pfund Zucker pro 1000 Pfund Lebendgewicht sank die Verdaulichkeit der Pentosane im Roggenstroh auf 12,56%, die der Rohfaser auf 9,09%. Die Pentosane scheinen also der Verdauung leichter zu unterliegen als die Rohfaser.

---

Die vorliegende Arbeit ist auf Anregung und unter der Leitung von Seiner Exzellenz dem Wirklichen Geheimen Rat Professor Dr. Julius Kühn ausgeführt. Ich sage seiner Exzellenz für das gütige Interesse, welches er meinen Untersuchungen entgegenbrachte, und für seine wertvollen Ratschläge meinen aufrichtigsten besten Dank.

Gleichzeitig erlaube ich mir, den Herrn Professoren Baumert und Holdefleiß sowie dem Herrn Domänenrat Menzel für ihre gelegentliche Unterstützung mit Rat und Tat meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

---

## Tabellen

zu

A. von Rudno Rudzinski, Über die Bedeutung  
der Pentosane etc.

---

Tabelle über den Düngungsversuch auf den runden Parzellen.  
Parzellengröße 0,2827431 qm.

Düngung und Ernte.

pro Parzelle in Gramm.

| Angewandte Düngung  | In der Düngung enthalten |      |                               | Ver-suchs-parzelle | Ernte              |        |         | Kontroll-parzelle | Ernte             |                     |        |         |
|---|--------------------------|------|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------|---------|-------------------|-------------------|---------------------|--------|---------|
|   | Art und Menge            | N    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |                    | K <sub>2</sub> O   | Nr.    | Kör-ner |                   | Stroh und Spreu   | Gesamte Ernte-masse | Nr.    | Kör-ner |
| 24,81 g Superphosphat<br>62,17 > Kainit                                       | .                        | 4,66 | 7,63                          |                    | I                  | 56,59  | 124,78  | 181,37            | V                 | 68,50               | 138,40 | 206,90  |
| 7,61 g Chilisalpeter im Herbst<br>14,62 > im Frühjahr                         | 1,17<br>2,35             |      |                               |                    |                    |        |         |                   |                   |                     |        |         |
| 22,23 Summa   | 3,52                     | .    | .                             |                    | II                 | 121,68 | 189,79  | 311,47            | VI                | 90,07               | 142,85 | 232,92  |
| 283,59 g feste Exkreme<br>283,59 > flüssige Exkreme                           | 0,86<br>2,66             |      |                               |                    |                    |        |         |                   |                   |                     |        |         |
| Summa   | 3,52                     | 1)   | 1)                            |                    | III                | 113,90 | 206,97  | 320,87            | VII               | 109,59              | 197,60 | 307,19  |
| 17,66 g schwefels. Ammoniak<br>24,81 > Superphosphat<br>62,17 > Kainit        | 3,52                     | 4,66 | 7,63                          |                    | IV                 | 133,70 | 242,15  | 375,85            | VIII              | 135,55              | 251,70 | 387,25  |
| ungedüngt   | .                        | .    | .                             |                    | IX                 | 62,19  | 115,85  | 178,04            | XXIV              | 88,80               | 140,80 | 229,60  |
| 575,91 g Lupine   | 3,52                     | 1)   | 1)                            |                    | X                  | 127,20 | 199,80  | 327,00            | XVI               | 134,10              | 243,17 | 377,27  |
| 1099,40 g Pferdebohnen  | 3,52                     | 1)   | 1)                            |                    | XI <sup>3)</sup>   | 88,15  | 196,30  | 284,45            | XXI <sup>3)</sup> | 106,00              | 177,00 | 283,00  |
| 22,23 g Chilisalpeter (wie II u. V)<br>8,27 > Superphosphat<br>20,72 > Kainit | 3,52                     | 1,55 | 2,54                          |                    | XII                | 135,82 | 192,80  | 328,62            | XVII              | 146,20              | 227,25 | 373,45  |
| 8,27 g Superphosphat<br>20,72 > Kainit  | .                        | 1,55 | 2,54                          |                    | XIV <sup>2)</sup>  | 40,70  | 89,55   | 130,25            | XIX               | 101,85              | 170,45 | 272,30  |
| 579,41 g feste Exkreme<br>187,74 > flüssige Exkreme                           | 1,76<br>1,76             |      |                               |                    |                    |        |         |                   |                   |                     |        |         |
| Summa   | 3,52                     | 1)   | 1)                            |                    | XV                 | 97,25  | 178,50  | 275,75            | XX                | 113,60              | 188,10 | 301,70  |
| 835,54 g Stroh Dünger   | ?                        | 1)   | 1)                            |                    | XVII <sup>1)</sup> | 94,55  | 152,39  | 246,94            | XXIII             | 116,80              | 180,92 | 297,72  |
| 2,54 g Chilisalpeter im Herbst<br>4,87 > im Frühjahr                          | 0,3917<br>0,7833         |      |                               |                    |                    |        |         |                   |                   |                     |        |         |
| 8,27 > Superphosphat<br>20,72 > Kainit  | 1,175                    | 1,55 | 2,54                          |                    | XIII               | 97,98  | 171,10  | 269,08            | XXII              | 99,70               | 153,80 | 253,50  |

1) nicht untersucht.

2) Parzelle durch einen Maulwurf beschädigt.

3) im Jahr vorher ungedüngt.

auf den runden Parzellen.

0,2827431 qm.

und Ernte.

pro Morgen = 1/4 ha. in Zentnern.

| Angewandte Düngung  | In der Düngung enthalten |      |                               | Ver-suchs-parzelle | Ernte            |       |         | Kontroll-parzelle | Ernte           |                     |       |         |
|---|--------------------------|------|-------------------------------|--------------------|------------------|-------|---------|-------------------|-----------------|---------------------|-------|---------|
|   | Art und Menge            | N    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |                    | K <sub>2</sub> O | Nr.   | Kör-ner |                   | Stroh und Spreu | Gesamte Ernte-masse | Nr.   | Kör-ner |
| 4,39 Ztr Superphosphat<br>10,99 > Kainit                                    | .                        | 0,82 | 1,35                          |                    | I                | 10,01 | 22,07   | 32,08             | V               | 12,11               | 24,47 | 36,58   |
| Auf Herbst und Frühjahr verteilt wie nebenstehend<br>3,93 Ztr Chilisalpeter | 0,62                     | .    | .                             |                    | II               | 21,52 | 33,56   | 55,08             | VI              | 15,93               | 25,26 | 41,19   |
| 50,15 Ztr feste Exkreme<br>50,15 > flüss. Exkreme                           | 0,62                     | 1)   | 1)                            |                    | III              | 20,14 | 36,58   | 56,72             | VII             | 19,36               | 34,94 | 54,30   |
| 3,12 Ztr schw. Ammoniak<br>4,39 > Superphosphat<br>10,99 > Kainit           | 0,62                     | 0,82 | 1,35                          |                    | IV               | 23,64 | 42,82   | 66,46             | VIII            | 23,97               | 44,51 | 68,48   |
| ungedüngt   | .                        | .    | .                             |                    | IX               | 11,00 | 20,49   | 31,49             | XXIV            | 15,70               | 24,90 | 40,60   |
| 101,84 Ztr Lupine   | 0,62                     | 1)   | 1)                            |                    | X                | 22,49 | 35,33   | 57,82             | XVI             | 23,71               | 43,00 | 66,71   |
| 194,42 Ztr Pferdebohnen   | 0,62                     | 1)   | 1)                            |                    | XI               | 15,59 | 34,71   | 50,30             | XXI             | 18,74               | 31,30 | 50,04   |
| 3,93 Ztr Chilisalpeter<br>1,46 > Superphosphat<br>3,66 > Kainit             | 0,62                     | 0,27 | 0,45                          |                    | XII              | 24,02 | 34,09   | 58,11             | XVII            | 25,85               | 40,19 | 66,04   |
| 1,46 Ztr Superphosphat<br>3,66 > Kainit                                     | .                        | 0,27 | 0,45                          |                    | XIV              | 7,20  | 15,84   | 23,04             | XIX             | 18,01               | 28,14 | 46,15   |
| 102,46 Ztr feste Exkreme<br>33,20 > flüss. Exkreme                          | 0,62                     | 1)   | 1)                            |                    | XV               | 17,20 | 31,56   | 48,76             | XX              | 20,09               | 33,26 | 53,35   |
| 147,76 Ztr Stroh Dünger   | ?                        | 1)   | 1)                            |                    | XVIII            | 16,72 | 26,95   | 43,67             | XXIII           | 20,65               | 31,99 | 52,64   |
| 1,31 Ztr Chilisalpeter<br>1,46 > Superphosphat<br>3,66 > Kainit             | 0,207                    | 0,27 | 0,45                          |                    | XIII             | 17,34 | 30,26   | 47,60             | XXII            | 17,63               | 27,20 | 44,83   |

Tabelle über den Düngungsversuch auf den rechteckigen Parzellen.  
Parzellen-

Düngung

pro Parzelle in Gramm.

| Angewandte Düngung   | In der Düngung enthalten |       |                               | Versuchsparzelle | Ernte   |         |          | Kontrollparzelle | Ernte           |                    |          |
|--|--------------------------|-------|-------------------------------|------------------|---------|---------|----------|------------------|-----------------|--------------------|----------|
|  | Art und Menge            | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |                  | K O     | Nr.     | Körner   |                  | Stroh und Spreu | Gesamte Erntemasse | Nr.      |
| Ungedüngt  | .                        | .     | .                             | 1                | 2011,75 | 3541,00 | 5552,75  | 8                | 1839,60         | 3797,00            | 5636,60  |
| 292,55 g Superphosphat<br>732,90 » Kainit  | .                        | 55,00 | 90,00                         | 2                | 1708,42 | 3499,50 | 5207,92  | 9                | 1703,53         | 3521,00            | 5224,53  |
| 15000,00 g Luzerne   | 124,68                   | .     | .                             | 3                | 3607,22 | 6525,00 | 10132,22 | 10               | 3462,64         | 6642,50            | 10105,14 |
| 20492,57 g feste Exkremente<br>6640,00 » flüssige Exkremente                                   | 62,3367<br>62,3363       | .     | .                             | 4                | 3171,60 | 6737,50 | 9909,10  | 11               | 3453,90         | 6972,50            | 10426,40 |
| 312,23 g schw. Ammoniak<br>387,93 » Chilisalpeter<br>292,55 » Superphosphat<br>732,90 » Kainit | 62,34<br>62,34<br>124,68 | 55,00 | 90,00                         | 5                | 4639,70 | 7322,00 | 11961,70 | 12               | 4615,13         | 7210,00            | 11825,13 |
| 29551 g Strohdünger  | ?                        | .     | .                             | 6                | 2160,55 | 4740,00 | 6900,55  | 13               | 1705,10         | 3410,00            | 5115,10  |
| 62,45 g schw. Ammoniak<br>77,58 » Chilisalpeter<br>292,55 » Superphosphat<br>732,90 » Kainit   | 12,47<br>12,47<br>24,94  | 55,00 | 90,00                         | 7                | 2587,33 | 5464,00 | 8051,33  | 14               | 1936,50         | 3339,00            | 5275,50  |

Analysen der Düngemittel.

| Düngemittel                     | % N     | % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | % K <sub>2</sub> O |
|---------------------------------|---------|---------------------------------|--------------------|
| Luzerne                         | 0,8312  | nicht untersucht                | nicht untersucht   |
| Strohdünger                     | 0,4219  | »                               | »                  |
| Feste Exkremente                | 0,3042  | »                               | »                  |
| Flüssige Exkremente             | 0,9388  | .                               | .                  |
| Schwefelsaures Ammoniak         | 19,9660 | .                               | .                  |
| Chilisalpeter Herbsdüngung      | 15,4390 | .                               | .                  |
| Chilisalpeter Frühljährsdüngung | 16,0700 | .                               | .                  |
| Superphosphat bzw. Kainit       | .       | 18,80                           | 12,28              |

auf den rechteckigen Parzellen.  
größe 10 qm.

Düngung

pro Morgen = 1/4 ha in Zentnern.

| Verabreichte Düngung   | In der Düngung enthalten |      |                               | Versuchsparzelle | Ernte            |       |        | Kontrollparzelle | Ernte           |                    |       |
|--|--------------------------|------|-------------------------------|------------------|------------------|-------|--------|------------------|-----------------|--------------------|-------|
|  | Art und Menge            | N    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |                  | K <sub>2</sub> O | Nr.   | Körner |                  | Stroh und Spreu | Gesamte Erntemasse | Nr.   |
| Ungedüngt  | .                        | .    | .                             | 1                | 10,06            | 17,70 | 27,76  | 8                | 9,20            | 18,98              | 28,18 |
| 1,46 Ztr Superphosphat<br>3,66 » Kainit  | .                        | 0,27 | 0,45                          | 2                | 8,54             | 17,50 | 26,04  | 9                | 8,52            | 17,60              | 26,12 |
| 75,00 Ztr Luzerne  | 0,62                     | .    | .                             | 3                | 18,04            | 32,62 | 50,66  | 10               | 17,31           | 33,21              | 50,52 |
| 102,46 Ztr feste Exkremente<br>33,20 » flüss. Exkremente                                 | 0,62                     | .    | .                             | 4                | 15,86            | 33,69 | 49,55  | 11               | 17,27           | 34,86              | 52,13 |
| 1,56 Ztr schw. Ammoniak<br>1,94 » Chilisalpeter<br>1,46 » Superphosphat<br>3,66 » Kainit | 0,62                     | 0,27 | 0,45                          | 5                | 23,20            | 36,61 | 59,81  | 12               | 23,07           | 36,05              | 59,12 |
| 147,75 Ztr Strohdünger   | ?                        | .    | .                             | 6                | 10,80            | 23,70 | 34,50  | 13               | 8,52            | 17,05              | 25,57 |
| 0,31 Ztr schw. Ammoniak<br>0,39 » Chilisalpeter<br>1,46 » Superphosphat<br>3,66 » Kainit | 0,12                     | 0,27 | 0,45                          | 7                | 12,94            | 27,32 | 40,26  | 14               | 9,68            | 16,69              | 26,37 |

Mittel aus den Ernteerträgen der Parallelparzellen.

| Düngung                         | Nr. der Parzellen | Körner | Stroh und Spreu | Erntemasse |
|---------------------------------|-------------------|--------|-----------------|------------|
| Ungedüngt                       | 1 u. 8            | 9,63   | 18,43           | 28,06      |
| Reine Mineralstoffdüngung       | 2 u. 9            | 8,53   | 17,55           | 26,08      |
| Gründüngung                     | 3 u. 10           | 17,67  | 32,91           | 50,58      |
| Feste und flüssige Exkremente   | 4 u. 11           | 16,56  | 34,27           | 50,83      |
| Stickstoff und Mineralstoff     | 5 u. 12           | 23,13  | 36,33           | 59,46      |
| Strohdünger                     | 6 u. 13           | 9,66   | 20,37           | 30,03      |
| 1/5 Stickstoff und Mineralstoff | 7 u. 14           | 11,31  | 22,00           | 33,31      |

Tabelle über den Pentosengehalt im Stroh  
und über den Pentosengehalt in den

Ergebnis der Parallelanalysen zur

| Nr. | Düngung                          | Zur Analyse verwendet |                | Analyse I    |             |          |          | Pentosan in % |
|-----|----------------------------------|-----------------------|----------------|--------------|-------------|----------|----------|---------------|
|     |                                  | Stroh g               | Phloroglucin g | Erhalten g   | Berechnet g |          |          |               |
|     |                                  |                       |                | Phloroglucid | Furfurol    | Pentosan | Pentosen |               |
| 8   | Ungedüngt                        | 0,5                   | 0,4            | 0,1444       | 0,0774      | 0,1324   | 0,1504   | 26,48         |
| 9   | Keine Mineralstoffdüngung        | 0,5                   | 0,4            | 0,1432       | 0,0769      | 0,1315   | 0,1494   | 26,30         |
| 10  | Gründüngung                      | 0,5                   | 0,4            | 0,1394       | 0,0748      | 0,1280   | 0,1454   | 25,60         |
| 11  | Feste und flüssige Exkremente    | 0,5                   | 0,4            | 0,1416       | 0,0759      | 0,1297   | 0,1474   | 25,94         |
| 12  | Stickstoff und Mineralstoffe     | 0,5                   | 0,4            | 0,1380       | 0,0743      | 0,1271   | 0,1444   | 25,42         |
| 13  | Stalldünger                      | 0,5                   | 0,4            | 0,1410       | 0,0759      | 0,1297   | 0,1474   | 25,94         |
| 14  | 1/5 Stickstoff und Mineralstoffe | 0,5                   | 0,4            | 0,1386       | 0,0748      | 0,1280   | 0,1454   | 25,60         |

von verschiedenen Düngungspartzen  
einzelnen Teilen des Roggenhalmes.

Bestimmung der Pentosane im Stroh.

| Analyse II   |             |          |          |               | Mittel der Analysen I und II in % der lufttrockenen Substanz |          | Trocken-<br>sub-<br>stanz<br>im<br>Stroh<br>% | Mittel der Analysen I und II in % der Trocken-<br>substanz |          |
|--------------|-------------|----------|----------|---------------|--|----------|---|--|----------|
| Erhalten g   | Berechnet g |          |          | Pentosan in % | Pentosan   | Pentosen |   | Pentosan   | Pentosen |
| Phloroglucid | Furfurol    | Pentosan | Pentosen | %             | Pentosan   | Pentosen |   | Pentosan   | Pentosen |
| 0,1418       | 0,0764      | 0,1306   | 0,1484   | 26,12         | 26,30  | 29,88    | 94,24   | 27,80  | 31,71    |
| 0,1410       | 0,0759      | 0,1297   | 0,1474   | 25,94         | 26,12  | 29,68    | 94,23   | 27,72  | 31,50    |
| 0,1436       | 0,0774      | 0,1324   | 0,1504   | 26,48         | 26,04  | 29,58    | 93,25   | 27,92  | 31,72    |
| 0,1426       | 0,0769      | 0,1315   | 0,1494   | 26,30         | 26,12  | 29,68    | 93,81   | 27,84  | 31,64    |
| 0,1380       | 0,0743      | 0,1271   | 0,1444   | 25,42         | 25,42  | 28,88    | 93,91   | 27,07  | 30,75    |
| 0,1394       | 0,0748      | 0,1280   | 0,1454   | 25,60         | 25,77  | 29,28    | 95,11   | 27,09  | 30,79    |
| 0,1386       | 0,0748      | 0,1280   | 0,1454   | 25,60         | 25,60  | 29,08    | 93,48   | 27,38  | 31,11    |

Ergebnis der Parallelanalysen zur Bestimmung der  
Pentosane in den einzelnen Teilen des Roggenhalmes.

| Material von Parzelle XXIV | Zur Analyse verwendet |              | Analyse I    |          |          |          | Pentosan in % | Analyse II   |          |          |          | Pentosan in % | In % der lufttrockenen Substanz Mittel der Analysen I und II |          | % Trocken-<br>sub-<br>stanz<br>im Ma-<br>terial | In % der Trocken-<br>substanz<br>Mittel der<br>Analysen I und II |          |
|----------------------------|-----------------------|--------------|--------------|----------|----------|----------|---------------|--------------|----------|----------|----------|---------------|--|----------|---|--|----------|
|                            | Substanz              | Phloroglucin | Phloroglucid | Furfurol | Pentosan | Pentosen |               | Phloroglucid | Furfurol | Pentosan | Pentosen |               | Pentosan   | Pentosen |   | Pentosan   | Pentosen |
| Ährenspindel               | 1 g                   | 0,4 g        | 0,3290       | 0,1731   | 0,2949   | 0,3351   | 29,49         | 0,3325       | 0,1749   | 0,2979   | 0,3385   | 29,79         | 29,64  | 33,68    | 89,73   | 33,03  | 37,53    |
| Spreu                      | 1 »                   | 0,4 »        | 0,3030       | 0,1596   | 0,2719   | 0,3090   | 27,19         | 0,3023       | 0,1593   | 0,2713   | 0,3083   | 27,13         | 27,16  | 30,86    | 92,61   | 29,33  | 33,32    |
| Oberes Drittel             | 1 »                   | 0,4 »        | 0,2800       | 0,1478   | 0,2517   | 0,2861   | 25,17         | 0,2737       | 0,1447   | 0,2465   | 0,2801   | 24,65         | 24,91  | 28,31    | 91,90   | 27,10  | 30,80    |
| Mittleres Drittel          | 1 »                   | 0,4 »        | 0,2724       | 0,1436   | 0,2447   | 0,2781   | 24,47         | 0,2775       | 0,1462   | 0,2490   | 0,2830   | 24,90         | 24,68  | 28,05    | 91,84   | 26,87  | 30,54    |
| Unteres Drittel            | 1 »                   | 0,4 »        | 0,2688       | 0,1421   | 0,2421   | 0,2751   | 24,21         | 0,2709       | 0,1431   | 0,2438   | 0,2771   | 24,38         | 24,29  | 27,61    | 91,57   | 26,52  | 30,15    |

Ausweis über den Verlauf  
unter Beifütterung mäßiger Mengen

1. Periode.

| Datum            | Verabreichte bzw. aufgenommene Tagesration |                  |       |                  |                  |        |        |        |                  |       |                  |
|------------------|--|------------------|-------|------------------|------------------|--------|--------|--------|------------------|-------|------------------|
|                  | Heu  | Stroh            |       |                  | Beifutter        |        |        | Wasser |                  |       |                  |
|                  | Verab-<br>reicht                           | Verab-<br>reicht | Reste | Aufge-<br>nommen | Fleisch-<br>mehl | Stärke | Zucker | Salz   | Verab-<br>reicht | Reste | Aufge-<br>nommen |
| Januar<br>19—22. | ad libitum                                 | .                | .     | .                | .                | .      | .      | .      | .                | .     | .                |
| 23.              | 800  | 200              | 20    | 180              | .                | .      | .      | .      | 1500             | 669   | 831              |
| 24.              | 800  | 200              | 37    | 163              | .                | .      | .      | .      | 2000             | 300   | 1700             |
| 25.              | 800  | 200              | 50    | 150              | .                | .      | .      | .      | 2000             | 700   | 1300             |
| 26.              | 400  | 300              | 225   | 75               | 26               | 80     | 10     | 3      | 1500             | 820   | 680              |
| 27.              | 275  | 450              | 130   | 220              | 26               | 80     | 10     | 3      | 1500             | 300   | 1200             |
| 28.              | .  | 600              | 180   | 420              | 39               | 120    | 30     | 1,8    | 1545             | 1253  | 292              |
| 29.              | .  | 600              | 205   | 395              | 39               | 120    | 30     | 1,8    | 2045             | 800   | 1245             |
| 30.              | .  | 450              | 47    | 403              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1545             | 750   | 795              |
| 31.              | .  | 450              | 121   | 329              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 850   | 195              |
| Februar<br>1.    | .  | 450              | 146   | 304              | 39               | 120    | 30     | 3      | 2045             | 620   | 1425             |
| 2.               | .  | 450              | 59    | 391              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1545             | 700   | 845              |
| 3.               | .  | 450              | 12    | 438              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 720   | 325              |
| 4.               | .  | 450              | 30    | 420              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 350   | 695              |
| 5.               | .  | 450              | 92    | 358              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1545             | 590   | 955              |
| 6.               | .  | 450              | 45    | 405              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 490   | 555              |
| 7.               | .  | 450              | 45    | 405              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 490   | 555              |
| 8.               | .  | 450              | 28    | 422              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 110   | 935              |
| 9.               | .  | 450              | 28    | 422              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 15    | 1030             |
| 10.              | .  | 450              | 36    | 414              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 75    | 970              |
| 11.              | .  | 450              | 57    | 393              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 95    | 950              |
| 12.              | .  | 450              | 53    | 397              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 370   | 675              |
| 13.              | .  | 450              | 39    | 411              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 50    | 995              |
| 14.              | .  | 450              | 32    | 418              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 390   | 655              |
| 15.              | .  | 450              | 23    | 427              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 285   | 760              |
| 16.              | .  | 450              | 35    | 415              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 50    | 995              |
| 17.              | .  | 450              | 33    | 417              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 70    | 975              |
| 18.              | .  | 450              | 35    | 415              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 240   | 805              |
| 19.              | .  | 450              | 21    | 429              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 110   | 935              |
| 20.              | .  | 450              | 22    | 428              | 39               | 120    | 30     | 3      | 1045             | 175   | 870              |

der Fütterung mit Stroh  
leicht löslicher Kohlehydrate.

Versuchstier I.

Beilage IV.

| Ausscheidungen   |                  |                     |        | Temperatur        |               |                | Bemerkungen  |
|------------------|------------------|---------------------|--------|-------------------|---------------|----------------|--|
| Feste Exkremente |                  | Flüssige Exkremente |        | Zeit der Ablesung |               |                |  |
| Frisch           | Luft-<br>trocken | Gewicht             | N      | 7 U.<br>vorm.     | 1 U.<br>mitt. | 7 U.<br>abends |  |
| .                | .                | .                   | .      | .                 | .             | .              | Futter und Ausscheidungen sind in g angegeben;<br>Wasser in ccm; Temperatur in ° R. Gewicht der<br>flüssig. Exkr. inkl. { 500 ccm H <sub>2</sub> O<br>500 » H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1%ig. |
| 759              | .                | 1630                | .      | .                 | .             | .              |  |
| 678              | .                | 1190                | .      | .                 | .             | .              |  |
| 425              | .                | 1290                | .      | 9,5               | 10,0          | 10,5           |  |
| 602              | .                | 1210                | .      | 9,5               | 10,0          | 10,0           |  |
| 500              | .                | 1310                | .      | 10,0              | 10,0          | 10,0           |  |
| 574              | .                | 1210                | .      | 9,5               | 10,0          | 9,5            |  |
| 380              | .                | 1145                | .      | 9,0               | 10,2          | 10,0           |  |
| 888              | .                | 1580                | .      | 9,5               | 11,0          | 10,2           |  |
| 716              | .                | 1818                | .      | 9,5               | 10,0          | 10,0           |  |
| 409              | .                | 1827                | .      | 9,2               | 9,5           | 9,5            |  |
| 455              | 182,00           | 1227                | 4,7767 | 9,2               | 9,5           | 9,7            |  |
| 560              | 296,80           | 1247                | 5,2718 | 10,2              | 10,0          | 10,5           |  |
| 560              | 304,35           | 1266                | 6,6100 | 10,0              | 10,3          | 10,2           |  |
| 591              | 285,66           | 1222                | 6,0037 | 10,0              | 10,5          | 10,3           |  |
| 621              | 239,70           | 1142                | 5,6620 | 11,2              | 11,0          | 10,7           |  |
| ?                | ?                | 1205                | 5,6440 | 10,0              | 11,2          | 11,0           |  |
| 799              | 251,67           | 1227                | 5,5403 | 10,2              | 10,7          | 10,2           |  |
| 742              | 279,95           | 1201                | 5,0137 | 10,2              | 10,5          | 10,2           |  |
| 1018             | 299,60           | 1219                | 6,1115 | 9,5               | 10,2          | 9,5            |  |
| 1070             | 294,02           | 1229                | 6,0399 | 9,5               | 9,5           | 9,2            |  |
| 964              | 317,60           | 1251                | 5,9389 | 8,5               | 10,7          | 9,9            |  |
| 794              | 275,10           | 1235                | 5,8624 | 9,5               | 10,2          | 9,9            |  |
| 917              | 292,67           | 1257                | 6,4507 | 9,0               | 9,5           | 9,5            |  |
| 791              | 312,01           | 1246                | 5,8415 | 8,5               | 9,2           | 9,4            |  |
| 761              | 318,50           | 1273                | 5,7253 | 8,0               | 9,0           | 9,5            |  |
| 980              | 320,00           | 1249                | 5,8647 | 9,0               | 9,5           | 9,5            |  |

45 g Wasser zum Anrühren des Beifutters.

Verdauungsstörung infolge schlechten Sitzes  
des Geschirrs.Kot versehentlich vor dem Wiegen wegge-  
schüttet. Geringe Harnverluste beim Aus-  
spülen des Harntrichters.Harnverluste infolge Verschiebung des Harn-  
trichters.

Beifutterreste quantitativ bestimmt 0,4565 g.

Ausweis über den Verlauf der Fütterung mit Stroh  
unter Beifütterung mäßiger Mengen leicht löslicher Kohlehydrate.

1. Periode. Versuchstier II.

| Datum   | Verabreichte bzw. aufgenommene Tagesration |                  |       |                       |                  |        |        |      |                  |       | Ausscheidungen        |         |                  |         | Bemerkungen |   |
|---------|--|------------------|-------|-----------------------|------------------|--------|--------|------|------------------|-------|-----------------------|---------|------------------|---------|-------------|---|
|         | Heu  |                  | Stroh |                       | Beifutter        |        |        |      | Wasser           |       | Feste Exkreme         |         | Flüssige Exkreme |         |             |   |
|         | Verab-<br>reicht                           | Verab-<br>reicht | Reste | Auf-<br>genom-<br>men | Fleisch-<br>mehl | Stärke | Zucker | Salz | Verab-<br>reicht | Reste | Auf-<br>genom-<br>men | Frische | Luft-<br>trocken | Gewicht | N           | Temperatur bei Versuchstier I 1. Periode verzeichnet. |
| Januar  |  |                  |       |                       |                  |        |        |      |                  |       |                       |         |                  |         |             |   |
| 19.—22. | ad libitum                                 | .                | .     | .                     | .                | .      | .      | .    | .                | .     | .                     | .       | .                | .       | .           | .   |
| 23.     | 800  | 200              | 80    | 120                   | .                | .      | .      | .    | 1500             | 504   | 996                   | .       | .                | .       | .           | .   |
| 24.     | 800  | 200              | 77    | 123                   | .                | .      | .      | .    | 2000             | 390   | 1610                  | .       | .                | .       | .           | .   |
| 25.     | 800  | 200              | 72    | 128                   | .                | .      | .      | .    | 2000             | 525   | 1475                  | .       | .                | .       | .           | .   |
| 26.     | 400  | 300              | 295   | 5                     | 26               | 80     | 10     | 3    | 1500             | 1190  | 310                   | 930     | .                | 1585    | .           | Beifutter verweigert.                                 |
| 27.     | 275  | 450              | 270   | 180                   | .                | .      | .      | .    | 1500             | 1125  | 375                   | 545     | .                | 1360    | .           | desgl.  |
| 28.     | .  | 600              | 190   | 410                   | .                | 120    | 30     | 1,8  | 1545             | 1052  | 493                   | 502     | .                | 1500    | .           | Beifutter aufgenommen.                                |
| 29.     | .  | 600              | 195   | 405                   | 18               | 120    | 30     | 1,8  | 2000             | 630   | 1370                  | 375     | .                | 1180    | .           |   |
| 30.     | .  | 450              | 208   | 242                   | 39               | 120    | 30     | 1,8  | 1545             | 998   | 547                   | 385     | .                | 1340    | .           |   |
| 31.     | .  | 450              | 224   | 226                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | 940   | 105                   | 610     | .                | 1362    | .           |   |
| Februar |  |                  |       |                       |                  |        |        |      |                  |       |                       |         |                  |         |             |   |
| 1.      | .  | 450              | 92    | 358                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | 780   | 265                   | 638     | .                | 1282    | .           |   |
| 2.      | .  | 450              | 6     | 444                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1545             | 790   | 755                   | 585     | .                | 1418    | .           |   |
| 3.      | .  | 450              | 11    | 439                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1545             | 710   | 835                   | 514     | .                | 1612    | .           |   |
| 4.      | .  | 450              | 9     | 441                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1545             | 750   | 795                   | 629     | .                | 1120    | .           |   |
| 5.      | .  | 450              | 22    | 428                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1545             | 540   | 1005                  | 594     | 258,39           | 1133    | 3,1203      | Harnverluste.   |
| 6.      | .  | 450              | 10    | 440                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | 85    | 960                   | 629     | 311,35           | 1191    | 5,3410      |   |
| 7.      | .  | 450              | 10    | 440                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | ?     | ?                     | 629     | 298,77           | 1362    | 7,0166      | Wasserreste versehentlich vor dem Messen wegge-       |
| 8.      | .  | 450              | 10    | 440                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | 220   | 825                   | 514     | 195,32           | 1172    | 3,5843      | Harnverluste. [gossen.]                               |
| 9.      | .  | 450              | 15    | 435                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | 350   | 695                   | 854     | 325,32           | 1355    | 7,7383      |   |
| 10.     | .  | 450              | 20    | 430                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | 250   | 795                   | ?       | ?                | 1141    | 3,3799      | Harnverluste. Kot aus Versehen vor dem Wiegen         |
| 11.     | .  | 450              | 18    | 432                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | 85    | 960                   | 968     | 280,72           | 1262    | 4,8963      | Harnverluste. [weggeschüttet.]                        |
| 12.     | .  | 450              | 24    | 426                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | 285   | 760                   | 1134    | 322,19           | 1376    | 8,8623      |   |
| 13.     | .  | 450              | 13    | 437                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | 430   | 615                   | 1049    | 361,90           | 1336    | 6,0344      |   |
| 14.     | .  | 450              | 12    | 438                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | 150   | 895                   | 494     | 170,43           | 1192    | 4,2609      |   |
| 15.     | .  | 450              | 14    | 436                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | 185   | 860                   | 587     | 252,41           | 1183    | 4,1443      | Harnverluste.   |
| 16.     | .  | 450              | 15    | 435                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | 795   | 310                   | 794     | 254,08           | 1245    | 5,7144      |   |
| 17.     | .  | 450              | 7     | 443                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | 465   | 580                   | 732     | 263,52           | 1408    | 7,5769      |   |
| 18.     | .  | 450              | 12    | 438                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | 260   | 785                   | 707     | 247,45           | 1364    | 4,8006      | Harnverluste.   |
| 19.     | .  | 450              | 12    | 438                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | 175   | 870                   | 867     | 320,79           | 1263    | 5,1836      | Harnverluste.   |
| 20.     | .  | 450              | 6     | 444                   | 39               | 120    | 30     | 3    | 1045             | 180   | 865                   | 758     | .                | 1257    | .           | Beifutterreste quantitativ bestimmt 0,4970 g.         |

## Ausweis über den Verlauf der Fütterung mit Ähren und Spreu.

## 2. Periode. Versuchstier I.

| Datum   | Verabreichte bzw. aufgenommene Tagesration |       |             |             |        |        |      |             |       |             | Ausscheidungen |              |                  |        | Temperatur        |              |             | Bemerkungen   |
|---------|--|-------|-------------|-------------|--------|--------|------|-------------|-------|-------------|----------------|--------------|------------------|--------|-------------------|--------------|-------------|---|
|         | Ähren und Spreu                            |       |             | Beifutter   |        |        |      | Wasser      |       |             | Feste Exkreme  |              | Flüssige Exkreme |        | Zeit der Ablebung |              |             |   |
|         | Verabreicht                                | Reste | Aufgenommen | Fleischmehl | Stärke | Zucker | Salz | Verabreicht | Reste | Aufgenommen | Frisch         | Luft-trocken | Gewicht          | N      | 7 U. vorm.        | 1 U. mittags | 7 U. abends |   |
| Februar |  |       |             |             |        |        |      |             |       |             |                |              |                  |        |                   |              |             |   |
| 21.     | .  | .     | .           | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | .     | .           | .              | .            | .                | .      | .                 | .            | .           | 450 g Stroh. Reste und Ausscheidungen unberücksichtigt. |
| 22.     | 150  | .     | .           | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | .     | .           | .              | .            | .                | .      | .                 | .            | .           | 300 g Stroh. Reste und Ausscheidungen unberücksichtigt. |
| 23.     | 450  | .     | .           | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | .     | .           | .              | .            | .                | .      | .                 | .            | .           | Reste und Ausscheidungen unberücksichtigt.              |
| 24.     | 450  | 32    | 418         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 650   | 395         | 832            | 266,24       | 1187             | 4,5732 | 10,0              | 10,4         | 10,2        |   |
| 25.     | 450  | 10    | 440         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 680   | 365         | 778            | 291,75       | 1057             | 5,9736 | 10,1              | 10,2         | 10,2        |   |
| 26.     | 450  | 7     | 443         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 350   | 695         | 641            | 266,66       | 1277             | 6,3402 | 10,2              | 10,6         | 10,6        |   |
| 27.     | 450  | 9     | 441         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 300   | 745         | 602            | 274,21       | 1336             | 6,8184 | 9,5               | 10,6         | 10,2        |   |
| 28.     | 433  | 5     | 445         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 475   | 570         | 534            | 279,28       | 1326             | 6,7731 | 10,5              | 11,2         | 11,1        |   |
| März    |  |       |             |             |        |        |      |             |       |             |                |              |                  |        |                   |              |             |   |
| 1.      | 433  | 3     | 447         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 750   | 295         | 495            | 281,90       | 1345             | 6,4875 | 9,5               | 10,5         | 10,1        |   |
| 2.      | 433  | 3     | 447         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 450   | 595         | 560            | 284,20       | 1369             | 5,9750 | 10,0              | 10,5         | 10,0        |   |
| 3.      | 433  | 2     | 448         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 630   | 415         | 546            | 295,93       | 1332             | 6,6106 | 10,0              | 10,2         | 10,0        |   |
| 4.      | 433  | 2     | 448         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 600   | 445         | 543            | 291,05       | 1316             | 6,7862 | 9,5               | 10,0         | 9,9         |   |
| 5.      | 433  | 1     | 449         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 220   | 825         | 626            | 336,16       | 1319             | 6,5418 | 9,8               | 10,2         | 10,1        |   |
| 6.      | 433  | 1     | 449         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 575   | 470         | 526            | 287,46       | 1293             | 5,9916 | 10,5              | 10,9         | 10,0        |   |
| 7.      | 433  | 0     | 450         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 175   | 915         | 693            | 363,82       | 1362             | 5,7937 | 9,5               | 10,2         | 10,1        |   |
| 8.      | 433  | 0     | 450         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1090        | 0     | 1090        | 567            | 296,82       | 1430             | 6,2417 | 9,2               | 10,3         | 10,1        |   |

Beifuttergabe verdoppelt.

Ausweis über den  
Verlauf der Fütterung mit aufgeschlossenem Stroh.

3. Periode. Versuchstier II.

| Datum   | Verabreichte bzw. aufgenommene Tagesration |       |             |                        |       |             |             |        |        |      |             |       | Ausscheidungen |               |             |                  | Bemerkungen |  |
|---------|--|-------|-------------|------------------------|-------|-------------|-------------|--------|--------|------|-------------|-------|----------------|---------------|-------------|------------------|-------------|--|
|         | Unverändertes Stroh                        |       |             | Aufgeschlossenes Stroh |       |             | Beifutter   |        |        |      | Wasser      |       |                | Feste Exkreme |             | Flüssige Exkreme |             |  |
|         | Verabreicht                                | Reste | Aufgenommen | Verabreicht            | Reste | Aufgenommen | Fleischmehl | Stärke | Zucker | Salz | Verabreicht | Reste | Aufgenommen    | Frisch        | Lufttrocken | Gewicht          |             | N  |
| Februar |  |       |             |                        |       |             |             |        |        |      |             |       |                |               |             |                  |             |  |
| 21.     | 450  | .     | .           | .                      | .     | .           | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | .     | .              | .             | .           | .                | .           | Reste und Ausscheidungen unberücksichtigt.   |
| 22.     | 400  | .     | .           | 100                    | 0     | 100         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | .     | .              | .             | .           | .                | .           | Aufgeschlossenes Stroh vor der Beifuttergabe aus der Schale verabreicht. Anfangs verweigert, im Laufe des Tages aufgenommen. Stroh am 21. II. aufgeschlossen.  |
| 23.     | 300  | .     | .           | 300                    | 0     | 300         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | .     | .              | .             | .           | .                | .           | Aufgeschlossenes Stroh vor der Beifuttergabe aus der Schale verabreicht. Anfangs verweigert, im Laufe des Tages aufgenommen. Die angeführten Zahlen beziehen sich auf frische Substanz, davon lufttrocken 19,25 %. |
| 24.     | 150  | .     | .           | 1150                   | 0     | 1150        | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | .     | .              | .             | .           | .                | .           | Aufnahme des aufgeschlossenen Strohs verweigert. Das Tier macht einen kranken Eindruck, liegt meist, knirscht mit den Zähnen.  |
| 25.     | .  | .     | .           | 2400                   | 2400  | 0           | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | .     | .              | .             | .           | .                | .           |  |
| 26.     | 500  | 0     | 500         | .                      | .     | .           | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 900   | 145            | .             | .           | 1313             | 4,0407      | Unverändertes Stroh gierig aufgenommen; aufgeschlossenes verweigert.   |
| 27.     | 600  | 0     | 600         | .                      | .     | .           | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 540   | 505            | .             | .           | 1521             | 6,1776      | Stroh von der Aufschließung vom 25. II. 29,7 % lufttrocken. In der Schale verabreicht; bis auf geringe Reste aufgenommen. Schale ausgewischt.  |
| 28.     | 600  | 24    | 576         | 400                    | 0     | 400         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 215   | 830            | .             | .           | 1342             | 4,6872      |  |
| März    |  |       |             |                        |       |             |             |        |        |      |             |       |                |               |             |                  |             |  |
| 1.      | 532  | 51    | 481         | 400                    | 0     | 400         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 125   | 920            | 748           | 263,67      | 1249             | 4,2607      | Flüssige Exkreme seit Verabreichung von aufgeschlossenem Stroh dunkel rotbraun, durchsichtig klar. Feste Exkreme fast schwarz, sehr feucht.  |
| 2.      | 386  | 27    | 359         | 600                    | 0     | 600         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 700   | 345            | 961           | 318,87      | 1270             | 4,8097      |  |
| 3.      | 273  | 8     | 265         | 800                    | 0     | 800         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 670   | 375            | 715           | 248,46      | 1394             | 4,6119      |  |
| 4.      | 232  | 2     | 230         | 1000                   | 0     | 1000        | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 900   | 145            | 941           | 371,69      | 1553             | 4,3568      |  |
| 5.      | 200  | 0     | 200         | 709                    | 0     | 709         | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 900   | 145            | 766           | 326,76      | 1663             | 4,4011      |  |
| 6.      | 82   | 0     | 82          | 1059                   | 0     | 1059        | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 1000  | 45             | 668           | 292,25      | 1810             | 4,1253      |  |
| 7.      | .  | .     | .           | 1800                   | 0     | 1800        | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 800   | 245            | 572           | 253,97      | 1896             | 3,8869      | Das Tier macht einen kranken Eindruck. Wiederkäuen nicht beobachtet. Symptome wie am 25. II.   |
| 8.      | .  | .     | .           | 1900                   | 277   | 1623        | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 365   | 680            | 553           | 219,82      | 1795             | 3,2297      |  |
| 9.      | .  | .     | .           | 1600                   | 315   | 1285        | 39          | 120    | 30     | 3    | 1045        | 675   | 270            | 847           | 338,37      | 1795             | 2,9232      | Versuch abgebrochen, da der Dämpfapparat schadhafte.   |

Ausweis über den Verlauf  
unter Beifütterung der verdoppelten

4. Periode.

der Fütterung mit Stroh  
Menge leicht löslicher Kohlehydrate.

Beilage VIII.

Versuchstier II.

| Datum | Verabreichte bzw. aufgenommene Tagesration |       |                  |                  |        |        |      |                  |       | Ausscheidungen   |               |                  |                  | Temperatur |                   |               | Bemerkungen. |                |
|-------|--|-------|------------------|------------------|--------|--------|------|------------------|-------|------------------|---------------|------------------|------------------|------------|-------------------|---------------|--------------|----------------|
|       | Stroh                                      |       |                  | Beifutter        |        |        |      | Wasser           |       |                  | Feste Exkreme |                  | Flüssige Exkreme |            | Zeit der Ablesung |               |              |                |
|       | Verab-<br>reicht                           | Reste | Aufge-<br>nommen | Fleisch-<br>mehl | Stärke | Zucker | Salz | Verab-<br>reicht | Reste | Aufge-<br>nommen | Frisch        | Luft-<br>trocken | Gewicht          | N          | 7 U.<br>vorm.     | 1 U.<br>mitt. |              | 7 U.<br>abends |
| März  |  |       |                  |                  |        |        |      |                  |       |                  |               |                  |                  |            |                   |               |              |                |
| 10.   | 500  | .     | .                | 78               | 240    | 60     | 3    | 1590             | .     | .                | .             | .                | .                | .          | .                 | .             | .            | .              |
| 11.   | 500  | .     | .                | 78               | 240    | 60     | 3    | 1590             | .     | .                | .             | .                | .                | .          | .                 | .             | .            | .              |
| 12.   | 500  | .     | .                | 78               | 240    | 60     | 3    | 1590             | .     | .                | .             | .                | .                | .          | .                 | .             | .            | .              |
| 13.   | 500  | .     | .                | 78               | 240    | 60     | 3    | 1590             | .     | .                | .             | .                | .                | .          | .                 | .             | .            | .              |
| 14.   | 500  | .     | .                | 78               | 240    | 60     | 3    | 1590             | .     | .                | .             | .                | .                | .          | .                 | .             | .            | .              |
| 15.   | 500  | .     | .                | 78               | 240    | 60     | 3    | 1590             | .     | .                | .             | .                | .                | .          | .                 | .             | .            | .              |
| 16.   | 500  | .     | .                | 78               | 240    | 60     | 3    | 1590             | .     | .                | .             | .                | .                | .          | .                 | .             | .            | .              |
| 17.   | 500  | .     | .                | 78               | 240    | 60     | 3    | 1590             | .     | .                | .             | .                | .                | .          | .                 | .             | .            | .              |
| 18.   | 500  | .     | .                | 78               | 240    | 60     | 3    | 1590             | .     | .                | .             | .                | .                | .          | .                 | .             | .            | .              |
| 19.   | 500  | .     | .                | 78               | 240    | 60     | 3    | 1590             | .     | .                | .             | .                | .                | .          | .                 | .             | .            | .              |
| 20.   | 500  | .     | .                | 78               | 240    | 60     | 3    | 1590             | .     | .                | .             | .                | .                | .          | .                 | .             | .            | .              |
| 21.   | 500  | 18    | 482              | 78               | 240    | 60     | 3    | 1500             | 650   | 940              | 873           | 506,78           | 1425             | 6,4275     | 9,9               | 10,8          | 10,9         |                |
| 22.   | 500  | 24    | 476              | 78               | 240    | 60     | 3    | 1590             | 75    | 1515             | 999           | 637,86           | 1437             | 6,5781     | 10,4              | 11,5          | 11,3         |                |
| 23.   | 500  | 20    | 480              | 78               | 240    | 60     | 3    | 2090             | 600   | 1490             | 1062          | 687,11           | 1320             | 6,0906     | 10,9              | 12,1          | 12,8         |                |
| 24.   | 600  | 42    | 558              | 78               | 240    | 60     | 3    | 2090             | 700   | 1390             | 1091          | 690,60           | 1296             | 4,6031     | 11,8              | 12,1          | 11,2         |                |
| 25.   | 600  | 61    | 539              | 78               | 240    | 60     | 3    | 2090             | 650   | 1440             | 777           | 451,82           | 1455             | 5,3317     | 11,1              | 11,2          | 12,1         |                |
| 26.   | 600  | 82    | 518              | 78               | 240    | 60     | 3    | 2090             | 760   | 1330             | 820           | 479,70           | 1449             | 5,5704     | 11,4              | 12,2          | 12,8         |                |
| 27.   | 600  | 103   | 497              | 78               | 240    | 60     | 3    | 2090             | 600   | 1490             | 968           | 5,1788           | 1422             | 6,0425     | 11,5              | 12,5          | 13,2         |                |
| 28.   | 600  | 98    | 502              | 78               | 240    | 60     | 3    | 2090             | 760   | 1330             | 1155          | 759,41           | 1384             | 5,6027     | 12,2              | 12,0          | 12,5         |                |
| 29.   | 600  | 93    | 507              | 78               | 240    | 60     | 3    | 2090             | 830   | 1260             | 797           | 797,44           | 1575             | 6,3655     | 12,1              | 12,3          | 12,0         |                |
| 30.   | 600  | 87    | 513              | 78               | 240    | 60     | 3    | 2090             | 575   | 1515             | 1091          | 729,88           | 1475             | 6,4219     | 11,5              | 11,5          | 11,0         |                |
| 31.   | 600  | .     | .                | 78               | 240    | 60     | 3    | 2090             | .     | .                | .             | .                | .                | .          | .                 | .             | .            |                |

Vom 10/III.—20/III. Zwischen-  
fütterung. Reste, Ausscheidungen und Temperatur  
unberücksichtigt.

Beifutter mit 90 ccm H<sub>2</sub>O  
angerührt.

## Analytische Belege.

## 1. Düngungsversuch:

## Schlämmanalysen.

| Bodenbestandteile  | Boden von Parzelle |            | Mittel<br>‰ |
|--------------------|--------------------|------------|-------------|
|                    | IX.<br>‰           | XXIV.<br>‰ |             |
| > 5 mm             | 1,1430             | 1,5172     | 1,3301      |
| 5—3 mm             | 0,5020             | 0,1372     | 0,3196      |
| 3—2 mm             | 0,3484             | 0,5032     | 0,4258      |
| 2—1 mm             | 1,3858             | 1,0478     | 1,2168      |
| 1—0,5 mm           | 4,6018             | 5,2662     | 4,9340      |
| 0,5—0,25 mm        | 70,4448            | 62,3910    | 66,4179     |
| < 0,25 mm          | 3,9698             | 13,0786    | 8,5242      |
| Abschlämbare Teile | 18,7474            | 17,5760    | 18,1617     |

## Chemische Bodenanalysen.

| Nr. der Parzelle         | Düngung                 | N<br>‰ | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>‰ | K <sub>2</sub> O<br>‰ | CaO<br>‰ | MgO<br>‰ |
|--------------------------|-------------------------|--------|------------------------------------|-----------------------|----------|----------|
| I                        | Mineralstoffe           | 0,1954 | 0,0908                             | 0,1549                | 0,3035   | 0,1103   |
| II                       | Chilispeter             | 0,0977 | 0,1126                             | 0,1012                | 0,1927   | 0,1020   |
| III                      | Feste u. flüssige Exkr. | 0,1046 | 0,1023                             | 0,1549                | 0,2839   | 0,0822   |
| X                        | Gründüngung             | 0,1256 | 0,1279                             | 0,0967                | 0,1960   | 0,1081   |
| XVIII                    | Stalldünger             | 0,0720 | 0,1343                             | 0,1746                | 0,2016   | 0,1360   |
| Im Mittel der 5 Analysen |                         | 0,1191 | 0,1136                             | 0,1364                | 0,2356   | 0,1077   |

## N-Bestimmungen in den Düngemitteln.

| Untersuchte Substanz     | Parallelanalysen |         | Mittel<br>‰ |
|--------------------------|------------------|---------|-------------|
|                          | ‰                | ‰       |             |
| Grüne Luzerne            | 0,8312           | 0,8312  | 0,8312      |
| > Lupine                 | 0,6288           | 0,5954  | 0,6121      |
| > Pferdebohne            | 0,3331           | 0,3081  | 0,3206      |
| Stalldünger              | 0,4245           | 0,4192  | 0,4219      |
| Feste Exkremente         | 0,3333           | 0,2751  | 0,3042      |
| Flüssige Exkremente      | 0,9526           | 0,9251  | 0,9388      |
| Chilispeter Herstdüngung | 15,5020          | 15,3760 | 15,4390     |
| > Frühjahrsdüngung       | 16,0700          | 16,0700 | 16,0700     |
| Schwefelsaures Ammoniak  | 19,9660          | 19,9660 | 19,9660     |

## 2. Verdauungsversuche.

Tabelle umstehend.

---

## 2) Verdauungs- Versuche.

| Untersuchte Substanz.<br>2 g zur Analyse verwendet.<br>Resultate in %<br>der lufttrockenen Substanz | Tockensubstanz        |       |                          | Rohprotein            |       |                          | Rohfett               |       |                          | Rohfaser              |       |                          | Asche                 |       |                          | N-freie<br>Ex-<br>trakt-<br>stoffe<br>aus der<br>Diffe-<br>renz<br>berech-<br>net<br>Mittel | Phloroglucid g        |        |                          | Pentosane %           |       |                          |
|---|-----------------------|-------|--------------------------|-----------------------|-------|--------------------------|-----------------------|-------|--------------------------|-----------------------|-------|--------------------------|-----------------------|-------|--------------------------|---|-----------------------|--------|--------------------------|-----------------------|-------|--------------------------|
|   | Parallel-<br>analysen |       | Mittel<br>aus<br>I u. II |   | Parallel-<br>analysen |        | Mittel<br>aus<br>I u. II | Parallel-<br>analysen |       | Mittel<br>aus<br>I u. II |
|   | I                     | II    |                          | I                     | II    |                          | I                     | II    |                          | I                     | II    |                          | I                     | II    |                          |   | I                     | II     |                          | I                     | II    |                          |
|   |                       |       | I                        |                       |       | II                       |                       |       | I                        |                       |       | II                       |                       |       | I                        |   |                       |        | II                       |                       |       | I                        |
| Stroh der Perioden 1 u. 4<br>1. Periode   | 89,49                 | 89,49 | 89,49                    | 2,10                  | 2,10  | 2,10                     | 1,53                  | 1,51  | 1,52                     | 46,96                 | 46,08 | 46,52                    | 4,49                  | 4,47  | 4,48                     | 34,87   | 0,5660                | 0,5562 | 0,5611                   | 25,20                 | 24,77 | 24,98                    |
| Tier I. Strohreste  | 93,09                 | 93,06 | 93,07                    | 2,23                  | 2,23  | 2,23                     | 1,21                  | 1,60  | 1,40                     | 46,42                 | 47,27 | 46,88                    | 5,08                  | 5,00  | 5,04                     | 37,52   | 0,5580                | 0,5534 | 0,5557                   | 24,85                 | 24,64 | 24,75                    |
| » Abgesiebte Reste  | 95,59                 | 96,06 | 95,82                    | 14,02                 | .     | 14,02                    | 2,60                  | 2,24  | 2,42                     | .                     | .     | .                        | 53,24                 | .     | 53,24                    | .   | .                     | .      | .                        | .                     | .     | .                        |
| » Feste Exkreme   | 91,99                 | 92,17 | 92,08                    | 7,47                  | 7,47  | 7,47                     | 2,31                  | 2,12  | 2,21                     | 37,59                 | 36,70 | 37,14                    | 7,44                  | 7,22  | 7,33                     | 37,93   | 0,4376                | 0,4316 | 0,4346                   | 19,54                 | 19,27 | 19,40                    |
| Tier II. Strohreste   | 92,60                 | 92,54 | 92,57                    | 2,07                  | 2,03  | 2,05                     | 0,87                  | 1,01  | 0,94                     | 48,30                 | 47,10 | 47,70                    | 5,40                  | 5,32  | 5,36                     | 36,52   | 0,5326                | 0,5194 | 0,5260                   | 23,73                 | 23,14 | 23,44                    |
| » Abgesiebte Reste  | 93,05                 | 93,29 | 93,17                    | 14,05                 | .     | 14,05                    | 3,22                  | 2,84  | 3,03                     | .                     | .     | .                        | 34,65                 | .     | 34,65                    | .   | .                     | .      | .                        | .                     | .     | .                        |
| » Feste Exkreme   | 92,57                 | 92,65 | 92,61                    | 6,34                  | 6,10  | 6,22                     | 2,00                  | 2,44  | 2,22                     | 36,02                 | 36,95 | 36,48                    | 7,40                  | 7,21  | 7,30                     | 40,38   | 0,4290                | 0,4304 | 0,4297                   | 19,16                 | 19,21 | 19,18                    |
| 2. Periode.   |                       |       |                          |                       |       |                          |                       |       |                          |                       |       |                          |                       |       |                          |   |                       |        |                          |                       |       |                          |
| Ähren und Spreu   | 90,50                 | 90,62 | 90,56                    | 4,28                  | 4,28  | 4,28                     | 1,80                  | 1,84  | 1,82                     | 31,98                 | 32,40 | 32,19                    | 10,94                 | 10,88 | 10,91                    | 41,36   | 0,5500                | 0,5570 | 0,5535                   | 24,49                 | 24,80 | 24,65                    |
| Futterreste   | 93,23                 | 93,03 | 93,13                    | 6,49                  | 6,49  | 6,49                     | 1,69                  | 1,84  | 1,76                     | 20,13                 | 19,68 | 19,90                    | 22,26                 | 22,20 | 22,23                    | 42,75   | 0,4724                | 0,4708 | 0,4716                   | 21,32                 | 21,24 | 21,28                    |
| Feste Exkreme   | 92,97                 | 92,01 | 92,49                    | 7,22                  | 7,02  | 7,12                     | 2,03                  | 2,15  | 2,09                     | 28,20                 | 27,80 | 28,00                    | 12,56                 | 12,90 | 12,73                    | 42,55   | 0,4868                | 0,4890 | 0,4879                   | 21,71                 | 21,80 | 21,75                    |
| 3. Periode.   |                       |       |                          |                       |       |                          |                       |       |                          |                       |       |                          |                       |       |                          |   |                       |        |                          |                       |       |                          |
| Gedämpftes Stroh  | 93,59                 | 93,42 | 93,50                    | 2,84                  | 3,04  | 2,94                     | 1,57                  | 1,67  | 1,62                     | 45,07                 | 45,00 | 45,03                    | 8,48                  | 8,60  | 8,52                     | 35,39   | 0,4438                | 0,4326 | 0,4382                   | 19,81                 | 19,31 | 19,56                    |
| Feste Exkreme   | 93,45                 | 93,45 | 93,45                    | 8,95                  | 8,99  | 8,97                     | 2,44                  | 2,37  | 2,40                     | 34,96                 | 34,44 | 34,70                    | 7,81                  | 7,80  | 7,80                     | 39,58   | 0,3570                | 0,3554 | 0,3562                   | 15,98                 | 15,91 | 15,94                    |
| 4. Periode.   |                       |       |                          |                       |       |                          |                       |       |                          |                       |       |                          |                       |       |                          |   |                       |        |                          |                       |       |                          |
| Strohreste  | 89,97                 | 90,04 | 90,00                    | 1,73                  | 1,73  | 1,73                     | 1,16                  | 1,15  | 1,15                     | 45,88                 | 46,38 | 46,13                    | 3,80                  | 3,86  | 3,83                     | 37,16   | 0,5150                | 0,5000 | 0,5075                   | 22,95                 | 22,29 | 22,62                    |
| Abgesiebte Reste  | 91,95                 | 92,18 | 91,99                    | 12,18                 | .     | 12,18                    | .                     | .     | .                        | .                     | .     | .                        | 26,80                 | .     | 26,80                    | .   | .                     | .      | .                        | .                     | .     | .                        |
| Feste Exkreme   | 90,92                 | 90,95 | 90,94                    | 8,87                  | 8,87  | 8,87                     | 1,97                  | 1,91  | 1,94                     | 33,61                 | 33,55 | 33,58                    | 6,98                  | 6,76  | 6,87                     | 39,38   | 0,3896                | 0,3910 | 0,3903                   | 17,42                 | 17,48 | 17,45                    |
| Fleischmehl aller Perioden <sup>1)</sup>  | 88,75                 | 88,96 | 88,85                    | 79,88                 | 79,88 | 79,88                    | 12,32                 | 12,17 | 12,24                    | .                     | .     | .                        | 5,45                  | .     | 5,45                     | .   | .                     | .      | .                        | .                     | .     | .                        |
| Zucker » »  | 99,08                 | 99,08 | 99,08                    | .                     | .     | .                        | .                     | .     | .                        | .                     | .     | .                        | .                     | .     | .                        | 99,08   | 0,0290 <sup>2)</sup>  | .      | .                        | 0,61                  | .     | .                        |
| Stärke » »  | 81,71                 | 81,10 | 81,40                    | .                     | .     | .                        | .                     | .     | .                        | .                     | .     | .                        | .                     | .     | .                        | 81,40   | 0,0154                | .      | .                        | 0,92                  | .     | .                        |

1) 1 g zur Bestimmung.

2) Zur Pentosanbestimmung in Zucker 5 g.

N-Analysen im Harn während der Versuchstage.  
5 ccm Harn zur Untersuchung.

## Versuchstier I.

## Versuchstier II.

| Datum   | NaOH<br>ccm | 1 ccm<br>NaOH<br>ent-<br>spricht<br>g. N. | titriert | titriert | Mittel | Ausgeschie-<br>den Harn g. | Im<br>Harn<br>g. N. | Datum   | NaOH  | 1 ccm<br>NaOH<br>ent-<br>spricht<br>g. H. | titriert | titriert | Ausgeschie-<br>den Harn g. | Im<br>Harn<br>g. N. |
|---------|-------------|---|----------|----------|--------|----------------------------|---------------------|---------|-------|---|----------|----------|----------------------------|---------------------|
| II. 6.  | 25,00       | 0,002834                                  | 15,30    | 15,25    | 15,275 | 1247                       | 5,2718              | II. 7.  | 25,00 | 0,002834                                  | 19,70    | 19,70    | 1362                       | 7,0166              |
| 7.      | 25,00       |   | 16,35    | 16,35    | 16,35  | 1266                       | 6,6100              | 9.      | 25,00 |   | 19,75    | 19,75    | 1355                       | 7,7383              |
| 8.      | 25,00       |   | 16,00    | 16,00    | 16,00  | 1222                       | 6,0037              | 12.     | 25,00 |   | 17,00    | 17,00    | 1376                       | 8,8623              |
| 9.      | 25,00       |   | 16,60    | 16,60    | 16,60  | 1142                       | 5,6620              | 13.     | 25,45 |   | 18,90    | 18,95    | 1336                       | 6,0344              |
| 12.     | 25,00       |   | 15,90    | 15,85    | 15,875 | 1201                       | 5,0137              | 16.     | 25,45 |   | 15,65    | 15,75    | 1245                       | 5,7144              |
| 13.     | 25,45       |   | 16,50    | 16,50    | 16,50  | 1219                       | 6,1115              | 17.     | 25,45 |   | 19,05    | 19,10    | 1408                       | 7,5769              |
| 14.     | 25,45       |   | 16,85    | 16,75    | 16,80  | 1229                       | 6,0399              | III. 1. | 25,45 |   | 18,50    | 18,60    | 1249                       | 4,2607              |
| 15.     | 25,45       |   | 16,80    | 16,80    | 16,80  | 1251                       | 5,9389              | 2.      | 25,45 |   | 18,30    | 18,50    | 1270                       | 4,8097              |
| 16.     | 25,45       |   | 16,10    | 16,10    | 16,10  | 1235                       | 5,8624              | 3.      | 24,25 |   | 19,05    | 19,20    | 1394                       | 4,6119              |
| 17.     | 25,45       |   | 16,90    | 17,00    | 16,95  | 1257                       | 6,4507              | 4.      | 24,25 |   | 19,40    | 19,40    | 1553                       | 4,3568              |
| 18.     | 25,45       | 17,30                                     | 17,20    | 17,25    | 1246   | 5,8415                     | 5.                  | 24,25   | 20,05 | 20,10                                     | 1663     | 4,4011   |                            |                     |
| 19.     | 25,50       | 17,80                                     | 17,80    | 17,80    | 1273   | 5,7253                     | 6.                  | 24,25   | 20,50 | 20,50                                     | 1810     | 4,1253   |                            |                     |
| 25.     | 25,50       | 16,40                                     | 16,40    | 16,40    | 1057   | 5,9736                     | 21.                 | 24,25   | 15,90 | 15,90                                     | 1425     | 6,4275   |                            |                     |
| 26.     | 25,50       | 16,25                                     | 16,25    | 16,25    | 1277   | 6,3402                     | 22.                 | 24,25   | 16,00 | 16,00                                     | 1437     | 6,5781   |                            |                     |
| 27.     | 25,50       | 0,002768                                  | 16,20    | 16,20    | 16,20  | 1336                       | 6,8184              | 23.     | 24,25 | 17,75                                     | 17,85    | 1320     | 6,0906                     |                     |
| 28.     | 25,50       |   | 16,70    | 16,70    | 16,70  | 1326                       | 6,7731              | 27.     | 24,25 | 16,90                                     | 16,80    | 1422     | 6,0425                     |                     |
| III. 1. | 25,50       |   | 17,55    | 17,55    | 17,55  | 1345                       | 6,4875              | 29.     | 24,25 | 16,30                                     | 16,30    | 1575     | 6,3655                     |                     |
| 2.      | 25,50       |   | 16,50    | 16,40    | 16,45  | 1369                       | 5,9750              | 30.     | 24,25 | 15,70                                     | 15,70    | 1475     | 6,4219                     |                     |
| 3.      | 24,25*)     | 14,90                                     | 14,80    | 14,85    | 1332   | 6,6106                     |                     |         |       |   |          |          |                            |                     |
| 4.      | 24,25       | 15,20                                     | 15,20    | 15,20    | 1316   | 6,7862                     |                     |         |       |   |          |          |                            |                     |
| 5.      | 24,25       | 15,80                                     | 15,80    | 15,80    | 1319   | 6,5418                     |                     |         |       |   |          |          |                            |                     |
| 6.      | 24,25       | 16,50                                     | 16,50    | 16,50    | 1293   | 5,9916                     |                     |         |       |   |          |          |                            |                     |
| 7.      | 24,25       | 16,40                                     | 16,40    | 16,40    | 1362   | 5,7937                     |                     |         |       |   |          |          |                            |                     |
| 8.      | 24,25       | 16,20                                     | 16,30    | 16,25    | 1430   | 6,2417                     |                     |         |       |   |          |          |                            |                     |

\*) Neue H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

## 3. Trockensubstanz

im Stroh der Düngungspartellen 8—14.

in den einzelnen Teilen des Halms.

| Parzelle | Parallelanalysen |       | Mittel | Substanz          | Parallel-<br>analysen |       | Mittel |
|----------|------------------|-------|--------|-------------------|-----------------------|-------|--------|
| 8.       | 94,33            | 94,15 | 94,24  | Ährenspondel      | 89,70                 | 89,76 | 89,73  |
| 9.       | 94,26            | 94,20 | 94,23  | Spreu             | 92,55                 | 92,67 | 92,61  |
| 10.      | 93,31            | 93,21 | 93,25  | Oberes Drittel    | 91,93                 | 91,88 | 91,90  |
| 11.      | 93,87            | 93,75 | 93,81  | Mittleres Drittel | 91,81                 | 91,88 | 91,84  |
| 12.      | 93,94            | 93,88 | 93,91  | Unteres Drittel   | 91,59                 | 91,56 | 91,57  |
| 13.      | 95,13            | 95,10 | 95,11  |                   |                       |       |        |
| 14.      | 93,47            | 93,49 | 93,48  |                   |                       |       |        |