

## Zur Kenntnis der Eiweißbildung aus Harnstoff bei Wiederkäuern.

Von

**E. Salkowski.**

(Aus der chemischen Abteilung des Pathologischen Instituts der Universität Berlin.  
(Der Redaktion zugegangen am 15. März 1920.)

Gelegentlich einer Mitteilung über die Eiweißkörper der Fäulnisbakterien<sup>1)</sup> habe ich in einer Nachschrift die Versuche von Völtz an wachsenden Schafen erwähnt, nach denen diese nur mit aufgeschlossenem Stroh, das keinen verdaulichen Stickstoff mehr enthält, Zucker, Stärke und Harnstoff ernährten Tiere regelmäßiges Wachstum und einen Ansatz von 10—20 g Eiweiß pro Tag zeigten. An einem Hammel von rund 30 kg Anfangsgewicht wurde bei einer 155 Tage umfassenden Versuchsreihe eine Gewichtszunahme auf rund 39 kg und ein Fleischansatz von 6,336 kg festgestellt. Ich habe darauf aufmerksam gemacht, daß in diesen Versuchen eine ganze Reihe biochemischer Probleme läge, namentlich bezüglich der Herkunft des zur Eiweißbildung erforderlichen Schwefels und der Tryptophangruppe, welche nach meinen Versuchen den in Leimlösung gewachsenen Bakterien fehlt.

Die Korrektur dieses Nachtrages hatte ich Herrn Prof. Völtz geschickt und darauf einen Abdruck aus den Mitteilungen der Landwirtschaftlichen Gesellschaft 1919 erhalten, der hinsichtlich des Schwefels eine unerwartete Aufklärung brachte. In diesem Abdruck ist mitgeteilt, daß die im Beginn des Versuchs etwa  $\frac{3}{4}$  Jahre alten Merino-Hammellämmer an Salzen täglich pro Kopf erhielten: 15 g kohlensauren Kalk, 5 g Kochsalz, 4 g Natriumphosphat, 4 g Kaliumsulfat, 1 g

<sup>1)</sup> Diese Zeitschr. Bd. 109, S. 49 (1920).

Kaliumsulfid, 1 g Magnesiumoxyd und 0,2 g Eisenchlorid. Durch diese Angaben, die in der von mir benutzten Quelle<sup>1)</sup> fehlten, war die Herkunft des Schwefels aufgeklärt. Durch einen Zufall ist mir aber dieser Abdruck verspätet zugegangen, nachdem ich bereits Versuche über den Gehalt des aufgeschlossenen Stroh, das ich der Freundlichkeit von Herrn Prof. Völtz verdanke, an Sulfaten angestellt hatte. Da das Ergebnis immerhin ein gewisses Interesse hat, sei es hier mitgeteilt.

1. 10 g lufttrockenes, durch Natronlauge nach dem Beckmannschen Verfahren aufgeschlossenes Stroh wurden in der üblichen Weise verascht, die Asche in verdünnter Salzsäure gelöst usw., die Lösung mit Baryumchlorid gefällt. Es ergaben sich 0,0455 BaSO<sub>4</sub>.

2. Da sich beim Auflösen der Asche in verdünnter Salzsäure ein leichter Geruch nach Schwefelwasserstoff bemerkbar gemacht hatte, wurde in einem zweiten Versuch dieselbe Quantität Stroh durch gelindes Erhitzen verkohlt, durch Salpetermischung verbrannt usw. Es ergaben sich 0,0447 BaSO<sub>4</sub>, also ein fast identischer Wert. Ich bemerke, daß in diesem Falle die Salpetersäure durch 3maliges Abdampfen mit je 100 ccm Salzsäure entfernt, dann von ein wenig Kieselsäure abfiltriert wurde. Um einen etwaigen Gehalt der Salzsäure an Sulfaten kennen zu lernen, wurden 100 ccm derselben Salzsäure auf dem Wasserbad verdampft, in Wasser aufgenommen, die Flüssigkeit mit BaCl<sub>2</sub> versetzt. Obwohl die Flüssigkeit nach mehrtägigem Stehen klar geblieben war, wurde doch der Versuch so zu Ende geführt, als ob ein Niederschlag entstanden wäre. Beim Verbrennen des trockenen Filters ergaben sich nur 0,2--0,3 mg Gewichtszunahme des Platintiegels. Eine Korrektur erschien mir danach überflüssig. Sehen wir nun zu, ob der Gehalt an Schwefel in der Asche auch ohne Zufuhr von Kaliumsulfat und -sulfid zur Eiweißbildung ausgereicht hätte. Ich wähle dazu die Periode III der Versuchsreihe<sup>2)</sup>, in welcher der Eiweißansatz am größten

<sup>1)</sup> Berlin. klinische Wochenschr. Nr. 29 (1919).

<sup>2)</sup> Ich muß hier einen Irrtum berichtigen. In der „Nachschrift“

war, nämlich 20,2 g den Tag. Der Hammel erhielt täglich 625 g aufgeschlossenes Stroh, welche nach der Analyse  $62,5 \times 0,0451 = 2,819$  BaSO<sub>4</sub> geliefert hätten = 0,3877 g Schwefel. Nimmt man den Schwefelgehalt des Eiweißes zu 1,5–2,0<sup>0</sup> an, so würden die 20,2 g Eiweiß 0,313–0,404 g Schwefel erfordert haben. Unter der Voraussetzung, daß der Schwefel der Asche vollständig zur Ausnützung gelangt wäre, würde derselbe zur Eiweißbildung nur knapp hingereicht haben. Der Zusatz an Kaliumsulfat und -sulfid zum Futter war also als Vorsichtsmaßregel sehr zweckmäßig, wenn er vielleicht auch nicht so groß hätte zu sein brauchen.

Etwas anders ist die Sachlage, wenn man auch den organisch gebundenen Schwefel berücksichtigt, der in der Asche ja schwerlich vollständig als Sulfat zutage getreten sein wird.

Zur Feststellung des Gesamtschwefels wurden 5 g aufgeschlossenes Stroh allmählich in schmelzende Salpetermischung eingetragen usw. Es wurden erhalten  $0,0364 \times 2 = 0,0728$  g, also in der Tat etwas mehr wie bei der Bestimmung in der Asche. 625 g aufgeschlossenes Stroh gaben demnach  $62,5 \times 0,0728 = 4,55$  BaSO<sub>4</sub> = 0,6255 g Schwefel. Da es aber sehr zweifelhaft ist, wieviel von dem Schwefel zur Resorption gelangt, so rechtfertigt sich auch dann der Zusatz von Sulfat und Sulfid zum Futter.

Wie steht es nun mit der Herkunft des Tryptophans? Da das Stroh beim Erhitzen mit p-Dimethylamidobenzaldehyd enthaltender Salzsäure an einzelnen Stellen eine grünliche bis bläuliche Verfärbung zeigte, hielt ich es nicht für ausgeschlossen, daß dasselbe tryptophanhaltiges Eiweiß enthält. Es schien mir zweckmäßig, zunächst nichtaufgeschlossenes Stroh zu untersuchen. 10 g desselben wurde mit 1 l 2<sup>0</sup>/<sub>10</sub>iger Kalilauge einige Zeit auf dem Wasserbad erhitzt, koliert, die kolierte Lösung filtriert. Die klare Lösung gab beim Ansäuern mit Salzsäure einen Niederschlag, der abfiltriert, ausgewaschen, mit Alkohol und Äther entwässert und entfettet

hatte ich angenommen, daß die „Perioden“ Einzelversuche bedeuten, in Wirklichkeit handelt es sich aber um einen kontinuierlichen, 155 Tage umfassenden Fütterungsversuch an ein und demselben Tier.

wurde. Durch Verreiben der noch ätherfeuchten Substanz in der Reibschale wurde ein hellrehfarbenes Pulver im Gewicht von 0,319 g erhalten, das beim Erhitzen auf dem Platinblech keinen merklichen Geruch nach verbrennendem Horn zeigte und unter Hinterlassung von wenig Asche verglimmte. Eiweiß war in demselben nicht nachzuweisen, dagegen gab es mit Salzsäure von 1,06 D. etwa 1 Minute lang gekocht, alkalisiert, eine stark positive Trommersche Probe mit reichlicher Ausscheidung von rotem Kupferoxydul. Orcin- und Phloroglucinprobe verliefen negativ. Es handelte sich also um einen Körper aus der Reihe der von E. Schulze so genannten Hemicellulosen. Bei der gleichen Behandlung von 10 g aufgeschlossenem Stroh wurde beim Ansäuern mit Salzsäure nur eine geringfügige Trübung erhalten, die eine weitere Untersuchung ausschloß, das Kohlehydrat war also schon bei der Aufschließung mit Natronlauge in der Kälte in Lösung gegangen. Es fragte sich, ob das auch für das Xylan gilt. Zur Untersuchung hierauf wurde die filtrierte salzsaure Lösung mit Natronlauge alkalisiert, dann nach dem Verfahren, das ich<sup>1)</sup> seinerzeit angegeben und das auch Pringsheim und Magnus<sup>2)</sup> benutzt haben, mit Fehlingscher Lösung versetzt und auf dem Wasserbad erhitzt. Dabei schied sich die alkalihaltige Xylankupferoxyd-Verbindung in der charakteristischen Form als halbgelatinöse Masse ab. Eine weitere Untersuchung derselben erschien mir überflüssig. Das Xylan wird also durch die Beckmannsche Behandlung nicht oder nicht vollständig entfernt. Eine weitere Untersuchung darüber, bis zu welchem Grade es durch diese Behandlung entfernt wird, sowie ob überhaupt, lag außerhalb meines Versuchsplans. Ob das Erhitzen mit Kalilauge geeignet war, um vorhandenes Eiweiß nachzuweisen, bleibe dahingestellt, jedenfalls aber muß die Frage nach der Herkunft des Tryptophans einstweilen offen bleiben.

<sup>1)</sup> Diese Zeitschr. Bd. 34, S. 162 (1901).

<sup>2)</sup> Pringsheim und Magnus, Diese Zeitschr. Bd. 105, S. 184 (1919).