

70 RUBNER UND LANGSTEIN: ENERGIE- UND STOFFWECHSEL USW.

geburt II sehr viel und meistens dünne Stühle. Die durch Haut und Lunge ausgeschiedenen Wassermengen sind bei beiden Kindern gleich; pro Kilogramm und Tag haben sie (durch Haut und Lunge) im Mittel beider Perioden 55 bzw. 60 g ausgeschieden. Das sind recht hohe Mengen, die vom kalorischen Gesichtspunkte aus betrachtet einen beträchtlichen Wärmeverlust durch Verdunstung ergeben.

	Wärmebildung in Kal.	Wasser durch Verdunstung in g	Kal. in verdunstetem Wasser	Wärme durch Verdunstung in Proz.
Kind I:				
I. Periode	188.7	182	109	57.7
II. Periode	188.5	117	70.2	37.2
Mittel aus I und II				47
Kind II:				
I. Periode	176	163	98	55.7
II. Periode	169	100	60	35.6
Mittel aus I und II				45.6

47 bzw. 45.6 Proz. der Wärmeabgabe fallen also auf die Wasserdampfung. Die Kinder lagen sehr ruhig, das Moment einer starken Lungenventilation kann also für die hohe Wasserdampfausscheidung nicht in Betracht kommen. Man muß aber berücksichtigen, daß die den Kindern mit der Nahrung zugeführte Wassermenge sehr groß war (176 bzw. 160 g pro Tag und Kilogramm Körpergewicht).

Fassen wir kurz die Ergebnisse zusammen, die wir aus den Gesamtstoffwechselfersuchen an zwei frühgeborenen Säuglingen gewonnen haben: Die beiden Frühgeborenen haben bei einer im allgemeinen ungünstigen kalorischen Ausnutzung der Nahrung insbesondere bei schlechter Fettausnutzung das ihnen mit der Nahrung gereichte Eiweiß sehr gut zum Aufbau ihrer Zellen verwertet. Vom energetischen Standpunkte ist die Tatsache bedeutungsvoll, daß fast der gesamte Nahrungsüberschuß zum Anwuchs verbraucht wurde. Die Wärmebildung war nicht gesteigert.

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

ARCHIV

FÜR

FOLGERSZUNG DES VON REIL, REIL U. AUTTENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER,
REICHERT U. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVES.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILHELM WALDEYER,

PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN

UND

DR. MAX RUBNER,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1915.

PHYSIOLOGISCHE ABTEILUNG.

ZWEITES UND DRITTES HEFT.

MIT ZWEI TAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1916

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes.



lang, als die Grenzen der Resorption festzustellen waren, um über die tatsächliche maximale Größe der aus Birkenholz zu gewinnenden Nahrungsstoffe ein Urteil fällen zu können.

Freilich die Frage des Nutzwertes ist gerade im vorliegenden Falle besonders schwer zu lösen, als über die Art der Resorption und die ihr vorausgehenden Umwandlungen, besonders der Zellulose, wenn bakterielle Kräfte wirksam sind, nur wenig Zuverlässiges gesagt werden kann. Doch mag dieser Punkt am Schluß der Betrachtungen noch näher erörtert sein.

Wenn die Auflösung der Holzmasse auf der Einwirkung von Bakterien beruht, so können die Ergebnisse einer Fütterung sehr wohl, je nach den Mengenverhältnissen zwischen eigentlicher Nahrung (Fleisch) und Bälkost (Holzmehl) sich ändern, da die Entwicklung der Bakterienmasse von anderen Momenten als von der Gegenwart des Birkenmehles abhängig sein wird.

Als rein physiologisches Moment, das auch für den Erfolg bakterieller Tätigkeit in Frage kommt, hat die Zeit, während welcher bakterielle Einflüsse wirken können, Bedeutung, die Aufenthaltszeit ist aber von der Darmfülle und Kotbildung abhängig. Die Raschheit der Entleerung bildet auch ein Hindernis für die erfolgreiche Resorption. Summation oder Kombination aller dieser Bedingungen vermag niemand bei dem heutigen Stande des Wissens vorauszusagen.

Für die physiologische Beurteilung des Nährwertes können ferner vor allem die quantitativen Verhältnisse nicht außer Betracht bleiben, für die praktische Ernährung kommt es doch nicht etwa darauf an, daß die Resorbierbarkeit einer Substanz nachgewiesen wird, sondern die Möglichkeit der Resorption muß so günstig sein, daß für den Stoffwechsel wirklich beachtenswerte Mengen gewonnen werden können. Gerade dieser Gesichtspunkt ist in den verschiedenen Betrachtungen über die Hilfsmittel, welche unsere Nahrungsvorräte vermehren könnten, ganz vernachlässigt worden, daher auch die vielen utopischen Vorschläge und zwecklosen Erörterungen in der Literatur.

Nachdem die Frage der Resorbierbarkeit des Holzes einmal angeschnitten war, schien es mir von Interesse, sie auch noch so weit fortzuführen, daß damit der Zweck einer wissenschaftlichen Aufklärung dieses Vorganges erreicht werden könnte, so daß die Untersuchung auch für andere ähnliche Fälle von Nutzen sein dürfte.

Die Versuche wurden mit dem Birkenmehl in der Weise angestellt, daß allmählich die Menge desselben, unter Beibehaltung der gleichen Fleischmenge gesteigert wurde.

Die Verdaulichkeit des Birkenholzes bei wechselnden Mengen der Zufuhr.

Von
Max Rubner.

In der vorliegenden Untersuchung ist zum erstenmal für den Fleischfresser bewiesen, daß er mechanisch zerkleinerte Holzmasse in gewissen Mengen zu verdauen vermag und daß die bisher gemachte Annahme, die Zellulose sei für den Darm des Fleischfressers unangreifbar, unzutreffend ist.

Die Ergebnisse lassen weiter erkennen, daß die einzelnen Komponenten des Holzes, Pentosen und Zellulose vor allem, nicht in gleichem Maße angegriffen werden. Es hat den Anschein, als würden die Pentosen in relativ größerer Menge aufgenommen als die Zellulose. Wenn diese Tatsache sich bestätigen sollte, so wäre sie für die Vorstellungen, welche man sich über das Mittel, welche die Lösung bilden, nicht ohne Belang. Ein ausschließlich bakterieller Angriff auf die Zellmembranen unter Zerstörung der Zellulose würde einem gleichmäßigen Verhalten in der Verdauung der Zellulose Zellwandkomponenten wahrscheinlicher machen als das Gegenteil. Jedemfalls ist vorläufig die Notwendigkeit erwiesen, neben der Zellulose die weiteren Bestandteile des Holzes und ähnlicher Stoffe für sich mit in Betracht zu ziehen und der analytische Weg hierfür gangbar gemacht.

Eine weitere Feststellung der Resorptionsverhältnisse schien mir bei den eben angedeuteten Verhältnissen unbedingt geboten und am einfachsten dadurch zu erreichen, daß die Mengenverhältnisse zwischen gefüttertem Fleisch und Birkenholzmehl einer Änderung unterzogen wurden. Eine solche Ausdehnung der Untersuchungen war auch insofern noch von Be-

Für die Aufnahme des mit Birkenmehl versetzten Fleisches besteht beim Hunde nicht die geringste Schwierigkeit, die feinfaserige Masse läßt sich innig mit dem Fleische vermengen, hat weder Geruch, noch Geschmack, so daß auch die maximalsten Mengen Birkenmehl, die der Menge nach bis 10 Prozent des Fleischgewichtes ausmachten, vom Hunde anstandslos in einer Mahlzeit aufgenommen wurden.

Auch sonst waren — vom Versuch mit maximalster Birkenholzfütterung abgesehen — irgendwelche Abweichungen im Befinden nicht nachzuweisen. Die Methodik blieb die gleiche wie früher; es mag daher in dieser Beziehung auf die vorhergehende Abhandlung verwiesen sein. Die Fleischmenge blieb in allen Fällen dieselbe (1000 g pro Tag), die Birkenholzmehlmenge wurde erst auf 50 g pro Tag; dann auf 75 g täglich gesteigert. Als dabei die Grenze der Resorbierbarkeit noch nicht erreicht war, wurde unter Wiederholung des Versuches mit 75 g täglicher Holzmehlzufuhr die Menge schließlich auf 100 g gesteigert. Damit war jedenfalls die gesuchte Grenze erreicht. Schon die sich immer mehr steigenden Kotmengen zeigten, daß man schließlich zu abnormalen Verhältnissen gelangt war.

Was den frischen Kot anlangt, so ändert sich die äußere Beschaffenheit mit zunehmender Birkenholzmehlmenge allmählich. Die dunkle Farbe des Fleischkotes, die schon bei 25 g Holzmehlzugabe etwas abnimmt, tritt bei 50, 75, 100 g Zufuhr immer mehr zurück. Der Fleischkot lag dem geballten Kote nur mehr äußerlich als dünner Überzug auf; manche Teile erschienen wie Knochenkot, ließen sich aber auf dem Durchschnitt der Ballen leicht von letzterem unterscheiden. Nicht zu verkennen war die desodorisierende Wirkung des Holzmehles, der Kot hatte keinerlei belästigenden Geruch, der typische Fleischkotgeruch war ganz unterdrückt. Eine breiige Beschaffenheit also des Kotes war niemals in den 6 Versuchsreihen entgegengetreten, auch keinerlei Anzeichen von Gasbildung. Jeder Versuch dauerte 3 Tage und zwar durch 2 Knochentage (täglich 500 g Knochen als Nahrung) von der nächstfolgenden Periode geschieden. Die Versuchsreihe mit 50 und 75 g Birkenmehl begann am 27. August; jene mit 75 g und 100 g Birkenmehl am 17. September. Bei der Versuchsreihe mit 50 g Birkenmehl trat offenbar aus unbekanntem Gründen eine Störung ein, die sich in einer größeren Kotbildung bemerklich machte, auch zum Teil von einer schlechten Ausnutzung des Fleisches begleitet war, wie aus den späteren Angaben über die N-Ausscheidung im Kot ersichtlich ist.

Die Versuchsreihe mit 75 g Birkenmehl ist doppelt ausgeführt und zeigt, daß unter normalen Verhältnissen die Abweichungen zwischen den Ergebnissen zweier Experimente sehr gering ist. Äußerst charakteristisch ist die flockige Beschaffenheit des getrockneten gepulverten Kotes, der je nach

der Menge des gefütterten Birkenmehles ein ungeheures Volumen annimmt. Im wasserhaltigen Kot selbst sind die Fasern verfilzt und es besteht schon bei 50 g Zugabe eine Masse, die sich im Dickdarm schwer vorwärts bewegt, jedenfalls ausgeprägt die Neigung zur Knollenbildung besitzt. Beim letzten Versuch trat etwas Blut im Kote auf, beim Hunde ein sicheres Zeichen, daß die Grenze der Ertragbarkeit erreicht ist. Diese Neigung zur Bildung fester Knollen verfilzter Massen sind für mich auch ein Grund gewesen, von Versuchen am Menschen vorläufig abzusehen. Der Hundedarm, auch an die Knochenfütterung gewöhnt, ist gegen solche harte Kotbildung weniger empfindlich, als der Darm des Menschen.

Die Gesamtergebnisse der Versuche habe ich unter Wiederholung der für die Fütterung mit 25 g Birkenholz täglich in der vorhergehenden Abhandlung berichteten Ergebnisse in folgende beide Generaltabellen zusammengestellt. (Siehe Tabelle I und II.) Die Ergebnisse wurden am 21. Oktober 1915 der kgl. preuß. Akademie der Wissenschaften vorgelegt. Jede Zugabe von Birkenmehl hat nach Tabelle II alle Ausscheidungen vermehrt mit Ausnahme des Versuchs bei 25 g Birkenmehl, hinsichtlich der N-Ausscheidung. Da zunächst deshalb an einen Versuchsfehler gedacht wurde, sind die N-Bestimmungen des Kotes mit gleichem Ergebnis wiederholt worden. Um das weniger Wesentliche vorweg zu nehmen, so bemerke ich über die Ascheausscheidung folgendes: Die Resorption an Asche wurde mit zunehmender Birkenholzfütterung gesteigert, d. h. die Asche des Holzes zum Teil mit resorbiert.

Aschezufuhr	Fleisch	Fleisch + 25 Birkenh.	Fleisch + 50 Birkenh.	Fleisch + 75 Birkenh.	Fleisch + 100 Birkenh.
Täglich . .	14.61	13.4	15.2	17.1	19.3
Verlust . .	5.29	4.6	9.2	6.5	4.1
Resorbiert .	9.22	8.8	6.0	10.6	15.2

An dem Ergebnis ist nur eine Tatsache von Wichtigkeit, daß die Ascheausscheidung mit der Holzfaserzugabe nicht gesteigert worden ist. Fast ausnahmslos sieht man bei Vegetabilienfütterung die Ascheausscheidung mehr oder minder stark sich steigern, so z. B. nach meinen Versuchen bei Brot:

	Feinstes Mehl	Mittleres Mehl	Vollkornmehl
Zufuhr	2.39	2.85	8.54
Ausfuhr Kot . .	2.39	3.90	8.34
Resorbiert . . .	0	-1.05	0.20

Zufuhr	Reines Fleisch	+ 25 g Birkenmehl	+ 50 g "	+ 75 g "	+ 100 g "
Mittel für die Versuche mit	53.29	49.83	56.76	57.53	57.53
"	74.99	49.83	56.76	57.53	57.53
"	4.09	3.71	10.33	9.23	9.23
"	6.52	46.12	46.43	48.30	48.30
"	70.90	231.24	229.92	233.09	233.09
"	338.51	230.58	230.58	230.58	230.58
"	20.66	12.15	8.84	8.84	8.84
"	0.002	0.022	0.037	0.023	0.033
"	53.90	34.70	33.03	33.03	33.03
"	12.26	8.40	7.87	7.87	7.87
"	8.40	3.85	4.20	4.20	4.20
"	8.40	3.50	3.50	3.50	3.50
"	25.68	15.22	14.16	14.16	14.16
"	15.96	13.69	11.00	11.00	11.00
"	1.214	1.047	1.094	1.094	1.094
"	1.098	0.807	1.775	1.775	1.775
"	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807
"	1.098	0.807	1.775	1.775	1.775

¹ Nutzwert 1 N = 26 kg-Kal. ² Nach der Menge des Furfurophlorogluzids berechnet.

Ausscheidungen pro Tag.

Nahrungsmittel	Trocken-substanz	Asche	Organisches	Verbrennungswärme	Pentosen	freie Zellulose	Zellulose u. Pentose	Abzug v. Zellulose	rest nach membran-	Fett	N in	Trocken-substanz	Asche	Kalorien
+ 100 g Birkenmehl	245.0	11.51	243.5	1014.6	4.6	32.26	32.26	0.51	14.48	3.812	0.572	3.24	1.098	1374.6
+ 75 g "	67.75	3.142	62.14	270.0	1.4	9.30	9.30	0.18	4.45	1.13	0.36	0.81	1104.6	
+ 50 g "	45.2	2.071	41.50	180.0	0.9	6.20	6.20	0.12	3.00	0.74	0.24	0.54	1194.6	
+ 25 g "	22.6	1.036	20.75	90.0	0.4	3.15	3.15	0.06	1.50	0.36	0.12	0.27	1194.6	
"	90.33	7.84	83.0	360.0	1.4	18.60	18.60	0.36	14.48	3.812	0.572	3.24	1284.6	
"	67.75	3.142	62.14	270.0	1.4	9.30	9.30	0.18	4.45	1.13	0.36	0.81	1284.6	
"	45.2	2.071	41.50	180.0	0.9	6.20	6.20	0.12	3.00	0.74	0.24	0.54	1284.6	
"	22.6	1.036	20.75	90.0	0.4	3.15	3.15	0.06	1.50	0.36	0.12	0.27	1284.6	
"	245.0	11.51	243.5	1014.6	4.6	32.26	32.26	0.51	14.48	3.812	0.572	3.24	1374.6	

Analyse der zugeführten Nahrungsstoffe pro Tag.

Tabelle I.

Nahrungsmittel	Trocken-substanz	Asche	Organisches	Verbrennungswärme	Pentosen	freie Zellulose	Zellulose u. Pentose	Abzug v. Zellulose	rest nach membran-	Fett	N in	Trocken-substanz	Asche	Kalorien
+ 100 g Birkenmehl	245.0	11.51	243.5	1014.6	4.6	32.26	32.26	0.51	14.48	3.812	0.572	3.24	1.098	1374.6
+ 75 g "	67.75	3.142	62.14	270.0	1.4	9.30	9.30	0.18	4.45	1.13	0.36	0.81	1104.6	
+ 50 g "	45.2	2.071	41.50	180.0	0.9	6.20	6.20	0.12	3.00	0.74	0.24	0.54	1194.6	
+ 25 g "	22.6	1.036	20.75	90.0	0.4	3.15	3.15	0.06	1.50	0.36	0.12	0.27	1194.6	
"	90.33	7.84	83.0	360.0	1.4	18.60	18.60	0.36	14.48	3.812	0.572	3.24	1284.6	
"	67.75	3.142	62.14	270.0	1.4	9.30	9.30	0.18	4.45	1.13	0.36	0.81	1284.6	
"	45.2	2.071	41.50	180.0	0.9	6.20	6.20	0.12	3.00	0.74	0.24	0.54	1284.6	
"	22.6	1.036	20.75	90.0	0.4	3.15	3.15	0.06	1.50	0.36	0.12	0.27	1284.6	
"	245.0	11.51	243.5	1014.6	4.6	32.26	32.26	0.51	14.48	3.812	0.572	3.24	1374.6	

Analyse der zugeführten Nahrungsstoffe pro Tag.

Tabelle II.

Nahrungsmittel	Trocken-substanz	Asche	Organisches	Verbrennungswärme	Pentosen	freie Zellulose	Zellulose u. Pentose	Abzug v. Zellulose	rest nach membran-	Fett	N in	Trocken-substanz	Asche	Kalorien
+ 100 g Birkenmehl	245.0	11.51	243.5	1014.6	4.6	32.26	32.26	0.51	14.48	3.812	0.572	3.24	1.098	1374.6
+ 75 g "	67.75	3.142	62.14	270.0	1.4	9.30	9.30	0.18	4.45	1.13	0.36	0.81	1104.6	
+ 50 g "	45.2	2.071	41.50	180.0	0.9	6.20	6.20	0.12	3.00	0.74	0.24	0.54	1194.6	
+ 25 g "	22.6	1.036	20.75	90.0	0.4	3.15	3.15	0.06	1.50	0.36	0.12	0.27	1194.6	
"	90.33	7.84	83.0	360.0	1.4	18.60	18.60	0.36	14.48	3.812	0.572	3.24	1284.6	
"	67.75	3.142	62.14	270.0	1.4	9.30	9.30	0.18	4.45	1.13	0.36	0.81	1284.6	
"	45.2	2.071	41.50	180.0	0.9	6.20	6.20	0.12	3.00	0.74	0.24	0.54	1284.6	
"	22.6	1.036	20.75	90.0	0.4	3.15	3.15	0.06	1.50	0.36	0.12	0.27	1284.6	
"	245.0	11.51	243.5	1014.6	4.6	32.26	32.26	0.51	14.48	3.812	0.572	3.24	1374.6	

Ausscheidungen pro Tag.

Tabelle III.

Verluste in Prozenten der Zufuhr.	Pentosen	Zellulose	Zellmembran
Reines Fleisch	2.80	—	—
Fleisch mit 25 Birkenholz	59.92	59.51	69.78
"	60.47	78.47	70.51
"	55.40	60.78	55.84
"	70.65	77.21	64.94

Trotz steigender Aschemengen im Vollkornbrot, ist die Menge der Ausscheidungen so groß, daß wieder Gleichgewicht — für den Kot wenigstens — besteht. Ein Aschegleichgewicht kann nicht bestanden haben, da die Entleerung an Asche im Harn gar nicht in Anrechnung gezogen ist. Die starke Kotbildung bei Birkenholzfütterung hat also sicher in dieser Hinsicht keinen nachteiligen Einfluß ausgeübt. Die in Weizenkleie enthaltene Asche verhält sich also anders wie die Birkenholzasche, die gute Resorption hängt zum Teil mit der Art der Asche und mit der außerordentlichen Trockensubstanz zusammen.

Für die übrigen Bestandteile werden wir am besten zunächst die relativen Zahlen der Resorption untereinander vergleichen.

Tabelle III.

Die Pentosen (nur minimale Mengen Methylpentosen enthaltend) zeigen in den 4 Reihen bis zur Menge von 75 g Birkenholzfütterung täglich keine wesentlichen Unterschiede, von der Futtermenge wird ein bestimmter Anteil aus dem Darm angelagert oder richtiger gesagt, er ist nicht mehr in den Ausscheidungen nachzuweisen. Erst die Tageszufuhr von 100 g hat die Leistungsfähigkeit des Darms offenbar überschritten.

Die Pentosen sind im Holz als Pentosane vorhanden, welche letztere durch irgend einen Eingriff hydrolysiert werden müssen; die große Regelmäßigkeit der Verdauung der Pentosane legt den Gedanken nahe, daß hier fermentative Wirkungen vorhanden sind, welche von der Resorption anderer Zellbestandteile unabhängig verlaufen.

Über den Nährwert der Pentosane bei unseren Haustieren liegen eine Reihe von Versuchen vor. Stone und Jones¹ haben bei Schafen für Gras und Kleie eine Verdaulichkeit von 40 bis 90 Prozent angegeben; H. Weiske² für Wiesenheu und Hafer bei Schafen eine Verwertung der Pentosane bis

¹ *Berichte der Chem. Gesellschaft*. 1892. Bd. XXV. S. 563.
² *Zeitschrift für physiolog. Chemie*. 1895. Bd. XX. S. 489.

65 Prozent gefunden. Für das Rind bestimmte O. Kellner bei einer Mischkost (Heu, Stroh, Kleie usw.) 72 Prozent der Zufuhr als resorbiert. Bei den großen Mengen der Pentosanzufuhr bei den Pflanzenfressern müssen die Pentosen eine wichtige Nahrungsquelle sein.

Alle diese Versuche haben insofern wenig Bedeutung für die Frage der Löslichkeit der Pentosane, als bei ihnen jeder Nachweis fehlt, daß tatsächlich in der Kost des Tieres nur Pentosane vorgelegen haben, das ist sicherlich nicht der Fall gewesen, in den pflanzlichen Nahrungsmitteln des Menschen, über die ich in einer besonderen Abhandlung berichten werde, sind die Pentosen oft zum großen Teil als solche vorhanden, bedürfen also einer besonderen Verdauungstätigkeit überhaupt nicht, daher kann man aus obigen Literaturangaben auch keinen Vergleich über die bessere oder schlechtere Ausnutzung der Pentosane beim Hund mit Bezug auf die Leistung der sonstigen Nütztiere entnehmen.

Die Resorption der Zellulose verlief nicht so gleichmäßig wie jene der Pentose, so ist z. B. bei dem Versuch mit 50 g Birkenmehl täglich nur die Resorption der Zellulose gestört gewesen, nicht aber jene der Pentosen, ferner machte sich die Überschreitung der optimalen Grenze der Resorption viel stärker bei 100 g Birkenholzfütterung bei der Zellulose geltend, wie bei der Pentoseausnützung. Im Durchschnitt wird man sagen dürfen, daß die Zellulose des Birkenholzes mit 60-5 Prozent Verlust aufgenommen, d. h. umgewandelt wird.

In der Zellmembran sind neben Pentosanen und Zellulose weitere Ligninsubstanzen, Hexosane, eine Spur Fett, Eiweiß usw. enthalten, diese Produkte werden auch ihre Besonderheiten der Resorption besitzen, ohne daß man das im einzelnen verfolgen kann. Über die Mischungsverhältnisse der Komponenten des aus dem Kot dargestellten Birkenmehles, das in seinem Äußeren keinen Unterschied von gefüttertem Material erkennen läßt, gibt folgende Betrachtung Aufschluß. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Auflösung der Pentosane viel weiter vorwärts geschritten ist, wie deren Resorption. In der Generaltabelle II findet man unter „Pentosen“ gelöst die nähere Angabe. Ihre Menge ergibt sich, wenn man vom Gesamtpentosegehalt des Kotes jene Pentosen abzieht, die in den Zellmembranen des Kotes nachgewiesen sind. Sie stellen ein Zwischenprodukt dar; es ist möglich, daß die in Pentosen umgewandelten Pentosane erst allmählich aus dem Kote ausgelaugt werden oder zum Teil nicht resorbierbar sind.

Über die Zusammensetzung des aus dem Kot dargestellten Birkenmehles im Vergleich zur verfütterten Substanz läßt sich aus den Haupttabellen folgendes angeben:

In 100 Teilen organischer Substanz sind:

Substanz	Pentosen	Reinzellulose	Rest
Verfüttertes Birkenholz	35.23	40.07	24.70
Holzmasse aus Versuch I.	26.32	35.43	38.25
„ „ „ II.	22.92	44.60	32.48
„ „ „ III.	24.20	43.85	31.95
„ „ „ IV.	22.85	47.64	29.47

Die aus dem Kot dargestellte Birkenholzmasse ist also durchgängig pentoseärmer als die gefütterte Masse, mit zunehmender Menge der gefütterten Masse steigt von Versuch II ab der Gehalt an Zellulose, während auch die Restsubstanz relativ zunimmt. Die Unterschiede sind im ganzen nicht sehr große; sie fallen aber in der Richtung, daß man sie durch die bessere Verdauung der Pentosen gegenüber der Zellulose erklären kann. Die Verdauung der Pentosen schreitet besser vor als jene der Zellulose, besonders bei erheblicher Zufuhr (100 g täglich Versuch IV) sind die Unterschiede am stärksten ausgeprägt.

Die Menge der durch die Verdauung in Lösung gegangenen Substanz läßt sich am besten durch den Energieverlust ausdrücken, der im Vergleich zur eingeführten Birkenholzsubstanz entstanden ist. Zur Berechnung ist folgendes zu bemerken. Von der Nahrung findet sich als Birkstrand im Kote die Birkenholzmasse, die für sich dargestellt werden kann. Die Verbrennungswärme dieser aus Kot dargestellten Fasermassen konnte ich nur in einem Falle, bei dem reichlichere Substanzmengen zur Verfügung standen, eingehender untersuchen. 1 g organisch lieferte 4.536 kg-Kal., also weniger wie die eingeführte Substanz. Man darf annehmen, daß auch die anderen Proben in der Verbrennungswärme nur unbedeutend hiervon verschieden waren. Zu dem Verlust durch die Birkenholzmasse kommt noch jener Anteil der Pentosen hinzu, welcher in den Tabellen als „löslich“ bezeichnet worden ist. Für diese Pentosen mag die Verbrennungswärme der Xylose $1 \text{ g} = 3.746 \text{ kg-Kal.}$ angenommen werden. Ob noch andere Spaltstücke im gelösten Zustande vorhanden waren, ist unbekannt. Bei der Zerlegung der Zellulose treten ja noch Fettsäuren auf, die besonders bei der menschlichen Ernährung mit Brot ungenem reichlich sind und zu gewissen Störungen der Verdauung, d. h. zu einem hohen Wassergehalt des Kotes und schneller Entleerung derselben führen, wie ich zuerst nachgewiesen habe. Der Kot beim Hunde nach Birkenholzfütterung ließ eine solche Säuerung aber nicht erkennen, er war fest und knollig, ein Beweis, daß eine Reizung des Darms durch reichliche Säurebildung nicht vorlag. Man kann also wohl annehmen, daß durch den Mangel der Feststellung saurerer Produkte ein nennenswerter

Fehler für unsere Betrachtung nicht entstanden sein kann. Eine Berechnung unter den eingangs gegebenen Gesichtspunkten liefert folgendes Ergebnis:

Zufuhr an Birkennmehl g	Täglich kg-Kal.	Verlust		Summe	Verdaut kg-Kal.	Verlust in Prozenten
		Kal. in Holzfaser	Kal. in Pentosen			
25	90.0	65.77	1.80	67.57	22.48	75.0
50	180.0	132.90	7.99	140.89	39.11	72.7
75	270.0	157.40	14.44	171.84	98.16	63.4
100	360.0	244.49	31.50	275.99	84.11	76.6

Mit zunehmender Zufuhr steigt zunächst die Menge des Verdauten allmählich an, bei 75 g täglicher Zufuhr ist das Maximum erreicht, die Erhöhung der Zufuhr drückt dann den Nutzeffekt bei 100 g Zufuhr sogar unter die bei 75 g Zufuhr erreichte maximale Verdauung. Der prozentige Verlust ist anfänglich groß, fällt allmählich bis zur Fütterung von 75 g Birkenholz auf 63.4 Prozent, um dann wieder zu steigen.

Nach Versuchen von O. Kellner¹ soll die Zellholzegärung im Darm des Rindes immer noch einen betrieblidenden Nutzeffekt geben. 242 Teile Strohstoff sollen 235 Teilen Stärkemehl isodrymann sein. Von einem so hohen Nutzeffekt kann hier bei dem Hunde nicht die Rede sein, wie eine einfache Berücksichtigung der Ausnutzungsverhältnisse erkennen läßt.

1 g Birkennmehl aschehaltig 4.425 kg-Kal. liefert höchstens 1.619 kg-Kal. Nutzeffekt, somit würde statt 1 g Kohlehydrat (mit 4.1 kg-Kal.) mindestens 2.53 g Birkenholz unter günstigsten Umständen gegeben werden müssen. Der benutzte Hund hatte einen täglichen Nahrungsbedarf von 1000 bis 1100 kg-Kal., von dieser Menge konnte maximal höchstens 98.2 Kal. durch das Birkennmehl ersetzt werden, so daß der tägliche Nutzeffekt 9 Prozent des täglichen Umsatzes erreichen kann; wahrscheinlich ist derselbe aber weit geringer, weil zum mindesten der Nutzeffekt der Zellholse allein durch Wasserstoff oder Methanbildung wesentlich herabgesetzt ist. Somit bildet eine solche Holzmehfütterung unter keinen Umständen eine wesentliche Nahrungsquelle, wobei sie noch zweifellos für die Dauer den Darm sehr belastet.

Der wirkliche Nutzeffekt hängt aber von einem Umstand ab, der einer kurzen Besprechung bedarf. Bei den Ausnutzungsversuchen kann eine Steigerung der natürlichen Kotbildung eintreten. Ich habe darauf zuerst aufmerksam gemacht, und auch die entsprechenden Versuche angestellt.

¹ O. Kellner, *Untersuchungen über den Stoff- und Energiemehsatz des erwachsenen Rindes*. Berlin 1900.

Bei der Ausnutzung pflanzlicher Nahrungsmittel fiel mir sofort die verhältnismäßig erhebliche Zunahme der N-Ausscheidung im Kote auf, die sogar bei sehr N-armen Nahrungsmitteln sehr erheblich sein kann. Vielfach sind in der Literatur die Ergebnisse meiner Experimente an pflanzlichen Nahrungsmitteln in dem Sinne referiert worden, als hätte ich den Kot-N stets als Rest des Nahrungsmittel-N angesehen, es hat auch deshalb bis in die neueste Zeit nicht an polemischen Angriffen gefehlt. Die letzteren wären völlig unterblieben, wenn Kritiker wie Hindhede sich die Mühe gemacht hätten, die Originalarbeit einzusehen. Denn dort habe ich zuerst den Gedanken aneinanderzusetzen, daß die N-Steigerung im Kot bei vegetabilischen Nahrungsmitteln zum erheblichen Teil auf einer Steigerung der Kotbildung beruhen kann. Rieder hat dann die gleiche Frage später eingehender behandelt.

Insoweit die N-Ausscheidung bei Birkenholzfütterung in Betracht zu ziehen ist, findet man die Unterlagen in Tabelle II. Diese zeigt, daß bei 25 g Birkenholz sicherlich eine Mehrung der N-Ausscheidung nicht vorhanden ist, sie zeigt sich aber bei 50 g Birkenholz; bei diesem Versuch hatte sich aber ergeben, daß eine Störung der Verdauung vorgelegen habe müsse, als bei reiner Fleischfütterung. Man kann also die Tatsache feststellen, daß bis zur optimalen Resorption sicherlich auch keine wesentliche Änderung in der Bildung N-haltiger Verdauungswerte vorgelegen haben kann. Erst bei Fütterung von 100 g Birkenholz beginnt im Finklang mit der auch sonst sich ausprägenden schlechten Ausnutzung eine Steigerung der N-Ausscheidung.

Es gibt aber noch eine andere Möglichkeit, die Verhältnisse der Kotbildung zu kontrollieren. Nehmen wir die Menge der im Kot täglich ausgeschiedenen Kalorien und ziehen davon die Summe der Kalorien ab, welche den gelösten Pentosen und den aus dem Kot isolierten Zellmembranen entspricht, so mißt so viel an Verbrennungswärme übrig bleiben, als 1000 g Fleisch im Kote liefern; bei 1000 g Fleisch wurden 67.7 kg-Kal. täglich entleert. Für die Birkenholzversuche ergibt sich folgendes:

	25 g Birkenholz	50 g Birkenholz	75 g Birkenholz	100 g Birkenholz
kg-Kal. in der tägl. Ausscheidung	99.81	235.09	230.58	338.51
In der Zellmembran und Pentose	67.57	140.89	171.84	275.99
Es bleibt für Kotausscheidung	32.24	94.20	58.74	62.52

Dabei ist zu berücksichtigen, daß der Fleischkot selbst keine absolut gleiche Größe darstellen wird, kleine Schwankungen der Ausnutzung, ge-

ringe Differenzen im Ätherextrakt kommen vor. Im Hinblick hierauf wird man sagen können, bei Fütterung von 25 g Birkenholz ist zweifellos die Kotbildung geringer als erwartet werden konnte. Denn 1000 g Fleisch sollten 67.7 kg-Kal. liefern. Bei 50 g Birkenholz zeigte sich abnorm vermehrte Kotbildung. Diese steht im Einklang mit den sonstigen Erhebungen, d. h. der Verminderung der Zelluloseabsorption und der Vermehrung der N-Ausscheidung im Kote aus nicht weiter festzustellenden Ursachen. Die beiden letzten Reihen haben etwa so viel Kalorien im Kote, wie sie für den Rest des Fleischkotes zu erwarten waren. Allerdings entspricht der letzte Wert nicht ganz dem Verhalten der N-Ausscheidung im Kote, die etwas gesteigert war.

Jedenfalls darf man aus dem Gesagten schließen, daß die fein zerteilte Zellulose des Birkenholzes beim Hinne zu einer Steigerung der normalen Kotbildung im optimalen Falle der Zufuhr der Holzfasermasse nicht geföhrt hat.

Aus welchen Gründen die Resorption nur bis zu einem bestimmten Grade vorwärts schreitet, um bei einer nächst größeren Gabe von Birkenholz höhere absolute Werte, aber annähernd dieselben relativen Werte zu erreichen, ist mit Bestimmtheit nicht zu sagen, denn die Möglichkeiten hierfür sind mannigfache.

Zunächst könnte man eine mechanische Ursache annehmen und sich denken, die Resorption sei bedingt durch einen gewissen Vernahlungsgrad des Birkenholzes, unter der Annahme, daß nur bestimmte fein verteilte Massen durch die verdauenden Kräfte angreifbar sind. Gegen diese Anschauung spricht meine direkte Beobachtung, daß die aus dem Kote hergestellte Birkenmehlmasse keine andere rohpophysikalische Eigenschaft besitzt, wie die gefitterte Masse selbst und daß außerdem die reichlichere Aufnahme der Pentosen nach dieser Anschauung unerklärlich wäre.

Die zweite Annahme, welche wir machen wollen, könnte die Unterschiede der Resorption in der rein chemischen Beschaffenheit des Materials suchen: Nur bestimmte Pentosen sind löslich und von der Zellulose nur ein Teil, der sich chemisch etwas anders verhält, wie die übrige Zellulose; daher also in jedem Versuch die analogen Verhältnisse. Das klingt unwahrscheinlich, die Art der im Birkenholz vorkommenden Pentosane ist allerdings quantitativ, wie es scheint, nicht untersucht worden, allein es spricht wohl nichts dafür, daß wesentliche Unterschiede bestehen. Ebensowenig haben wir einen Anhaltspunkt für innere Unterschiede der Zellulosen.

Die dritte Annahme könnte sich auf die biologische Natur der Zellmembran stützen, welche namentlich nach den Anschauungen von Correns

nicht allein durch Auflagerung verschiedener Materialien aus der jugendlichen Form sich entwickelt, sondern als ein Gerüst angesehen werden kann, in dessen Mizellräume zum Teil spätere Einlagerungen aufgenommen werden und zum anderen Teil auch als Überzüge der Membran erscheinen. Lignine, Cutine, Pentosane und Zellulosen können so in mannigfache morphologische Bindungen zueinander gebracht sein. Je nach der Lagerung der Schichten, die manchmal den Charakter von Überzügen annehmen mögen, könnte also trotz gleicher chemischer Zusammensetzung die Verdaulichkeit verschieden sein. Jedenfalls muß man an diese Möglichkeiten denken, ehe man stets aus ungleichen Ergebnissen auf ungleichen chemischen Charakter der Produkte schließt.

Als Belege hierfür erwähne ich eine Beobachtung W. Hofmeisters. Aus den meisten Holzarten kann man mit Natronlauge Holzgummi ausziehen, wenn man sie vorher mit Ammoniak von Ligninsubstanz befreit hat. Bei Nadelhölzern aber nicht. Wohl aber erhält man Holzgummi, wenn man vorher die Rohzellulose hergestellt hat, wobei also eine Reihe die Lösung des Holzgummis störender Substanzen entfernt wird. Aus meinen eigenen Untersuchungen möchte ich folgendes erwähnen: Aus Birkenholz, das, wie ich angab, rund 32.7 Prozent Pentosen der Trockensubstanz enthält, löst sich sehr viel von dieser Holzgummi genannten Substanz in 5 Prozent Kali auf, die, wie ich gezeigt habe, zu 70 Prozent aus Pentosen besteht. Es bleiben 12.3 g Pentosen unlöslich, immerhin noch ein erheblicher Teil.

Die einfache Verdauung des Birkenholzes im Darm ist kein so kräftiger Eingriff, denn im Mittel hinterbleiben bei dem gewählten Beispiel 19.2 g Pentose als unlöslich.

Trotzdem vermag aber gerade die natürliche Verdauung aus der Restsubstanz, welche nach 24 stündiger Extraktion von Birkenholz mit 5 Prozent Kali hinterbleibt, nochmals Pentosen zu lösen, so daß nur 6.4 g als unlöslich, zum Teil mit Zellulose verbunden hinterbleiben. Die Erklärung liegt meiner Meinung darin, daß die natürliche Verdauung auch durch Angreifen der Zellulose — welche durch 5 Prozent Kali ungelöst bleibt — morphologisch mit dem Zellulosegerüst verbundene Pentose frei macht. Auch die nach der Verdauung von mit Kali behandeltem Birkenholz nach dem Verfahren von Hofmeister dargestellten Zellulose enthält noch Pentose, die aber jetzt in Kali zum wesentlichen Teil löslich geworden ist.

Der gleiche Gedankengang, auf den die Löslichkeit der Pentosen geföhrt hat, kann wohl auch auf die Zellulose und ihre Löslichkeit angewandt werden. Daher könnte die Behauptung von „leicht“ und „schwer“ verdaulicher Zellulose möglicherweise seine Erklärung mit eben derselben Be-

rehtigung in einem ungleichen morphologischen Aufbau, wie in der Natur der Substanz, die man bisher allein als Grund der Ungleichheit angesehen hat, gesucht werden.

Bei der von mir gewählten Versuchsanordnung (eine Mischung von Fleisch und Birkenholzmehl) liegen die Verhältnisse für die Verdauung ziemlich einfach, da die Fleischverdauung an sich der beherrschende Prozeß für die Kotbildung ist, während die Birkenmasse gewissermaßen in diese Nährlösung nur eingebettet ist.

Anders liegt die Sache, wenn Vegetabilien, die selbst reichlich Nährstoffe enthalten, verabreicht werden, oder mit Animalien gemengt sind; die Beschaffenheit des Kotes wird dann mehr oder minder verändert. Auch kann durch ein vegetabilisches Nahrungsmittel zweifellos auch die Bakterienflora selbst verändert werden, indem besondere Keimarten eingeführt werden, wie das z. B. bei Brot mit Sauerteig berietet, der Fall zu sein scheint.

Ob daher das Birkenholzmehl sich auch unter ganz veränderten Nahrungsbedingungen in seiner Resorbierbarkeit genau so verhält, wie oben geschildert, kann man mit absoluter Gewißheit nicht voraussagen.

Die Erklärung der Verdauungsvorgänge selbst eines einfachen Objekts, wie hier das Birkenholzmehl eines darstellt, ist, wie ich experimentell gezeigt habe, ein ziemlich komplizierter Vorgang. Man wird daher auch in anderen Fällen sich eingehender mit dem näheren Prozeß der Nahrungsumwandlung beschäftigen müssen.

Mit der eben entwickelten Anschauung einer durch die biologischen Verhältnisse bedingten Löslichkeit der Zellmembranen decken sich auch die mikroskopischen Untersuchungen, welche Geheimrat Haberlandt an den Kotsorten einiger meiner Experimente auszuführen die Güte hatte. Bei dem Versuch mit 1000 g Fleisch und 25 g Birkenholzmehl zeigten die verdickten Wände der Libriformzellen unregelmäßige Korrosionen, Löcher und Querkanäle, oft tüpfelähnliche Hohlräume, streckenweise unregelmäßige Abschnelzungen von außen und innen, so daß die Zellkonturen gekerbt erscheinen. An den Bruchstellen der Zellen treten häufig sich allmählich verschmälernde Längsspalten in den sekundären Verdickungsschichten auf. Diese Arrosionsercheinungen waren ganz ähnlich wie bei den Labroformzellen in den Exkrementen des mit Birkenholzschliff gefütterten Schafes.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich mit voller Bestimmtheit, daß es nur bestimmte einzelne Stellen sind, an denen der Verdauungsangriff erfolgt. Die morphologische Analyse ist somit eine wesentliche Ergänzung des chemischen Befundes. Besonders bemerkenswert erscheint mir aber, daß der Hündedarm des Blinddarmes in ausgedehntem Maße zwar

entbehrt, nichtsdestoweniger aber in der Lage ist, die gleichen Verdauungsvorgänge einzuleiten, wie der Darm der Pflanzenfresser.

Eine Probe Birkenholz (siehe S. 81) hatte ich mit 5 Prozent Kali in der Kälte behandelt und dadurch eine sehr erhebliche Menge von Pentosen extrahiert, weit mehr als die natürliche Verdauung hätte lösen können. Mit diesem Material war dann auch ein Ausnutzungsversuch angestellt worden. Der Hündedarm hatte die Eigenschaften, aus diesem Präparat wieder Pentosen zu verdauen. Auch diese Kotproben hat Geheimrat Haberlandt geprüft. Die Kalibehandlung hatte eine Quellung der Zellwände herbeigeführt mit stellenweiser zarter Schichtung; die Korrosionen waren ähnlich wie bei dem Original-Birkenholzschliff. Somit war auch hier eine durch die morphologischen Verhältnisse bedingte Löslichkeit vorhanden.

Aus diesen gemeinsamen Beobachtungen, sowohl jener von Haberlandt, wie der meinen, erkennt man die wichtige Tatsache, daß die Bestimmung der Rohfaser in Nahrungsmitteln über die Angreifbarkeit der Zellwände und die Ausdehnung einer solchen Einwirkung keine Auskunft zu geben vermag. Die Rohfaser steht überhaupt wohl nicht in einem bestimmten Verhältnis zur ganzen Masse der Zellmembran und außerdem kommt nicht chemische Zusammensetzung, sondern morphologische Ordnung in Betracht. Die Ausbildung der Zellmembranen, sehr verschieden gestaltig, wird vielleicht in allen Richtungen hin bei den Spidarten von Gewächsen und Früchten nicht stets dieselbe sein. Wenn die Ernten munter den Gehalt an Nährstoffen wesentlich beeinflussen, wäre doch auch denkbar, daß der Zellwandaufbau in manchen Richtungen ungleich ausfällt und daher beim Versuch über die Verdaulichkeit schwankende Resultate liefern kann.

Solch ein Wechsel des Aufbaues würde dort, wo verdauliche Zelleinschlüsse in Betracht kommen, von erheblicher Bedeutung für den Nährwert und die Größe der Kotbildung werden können.

Bei manchen Fütterungsversuchen mit Pentosen hat man die Ausscheidung von Pentosen im Harn beobachtet. W. Ebsstein¹ und Jacksch² gingen so weit, die Verwertung der Pentosen im Tierkörper zu bestreiten, ersterer behauptete, Arabinose und Xylose würden im Harn vollkommen wieder ausgeschieden. Es kann aber nach den Versuchen von Salzkowski³ und von M. Cremer⁴ kein Zweifel sein, daß auch bei Verfütterung reichlicher Mengen von Pentosen zum mindesten eine erhebliche Verwertung im Organismus auftritt, wenn auch Anteile derselben im Harn auftreten.

¹ *Zentralblatt für die med. Wissenschaft.* 1892. Bd. XXX. S. 577.

² *Zeitschrift für Heilkunde.* 1889. Bd. XX. S. 195.

³ *Zentralblatt für die med. Wissenschaft.* 1893. Bd. XXXI. S. 193.

⁴ *Zeitschrift für Biologie.* 1892. Bd. XXIX. S. 484.

Nach Neuberg und Wohlgenuth¹ sind allerdings gewisse Unterschiede in der Verwertung sogar bei stereoisomeren Arabinosen vorhanden. May² hat nachgewiesen, daß von Rhamnose nur ein kleiner Teil im Harn wieder erscheint.

Das Verhalten des Harns bei Aufnahme pentosanhaltiger Vegetabilien hat König und Reinhardt geprüft, wenigstens enthielt der Harn des betreffenden Menschen nur geringe Mengen furfurobildender Substanzen. Sie sind der Anschauung, daß man den Verlust im Harn auf 0.3 bis 0.5 g Pentosane im Tag veranschlagen könne.

Das gleiche Ergebnis hatte übrigens schon H. Weiske³, nach Fütterung von Pentosanen nahm der Harn an furfurobildenden Substanzen nicht wesentlich zu, allerdings war eine genaue Bestimmung der verdauten Pentosane nicht durchgeführt worden.

Jedenfalls war es daher für mich geboten, den Harn des Hundes auf furfuroliefernde Substanzen zu prüfen. Ich habe daher den Versuch mit maximalster Fütterung von Birkenmehl zu einer quantitativen Untersuchung ansetzen. Sowohl der Harn zweier Fleischschäge (1000 g Fleisch), als der zweier Tage mit 1000 g Fleisch und 100 g Birkenmehl wurden ausgewählt, der Harn mit dem Katheter quantitativ entnommen.

Vier verschiedene Fleischproben wurden untersucht und im Mittel 0.832 Prozent Pentosen gefunden, davon fast $\frac{2}{3}$ in Alkohol löslich, das ist erheblich mehr als gewöhnlich angegeben wird. Die Phlorogluzinfällungen waren flockig, d. h. mehr Trübungen als eigentliche Niederschläge.

Im Harn der Fleischschäge wurden im Mittel erhalten: 0.102 g Pentosen pro Tag, im Harn nach Birkenmehlfütterung 0.103 g. Auch hier betrug der in Alkohol lösliche Anteil $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ des genannten Furfurophlorogluzids.

Damit ist völlig eindeutig bewiesen, daß beim Hunde trotz reichlicher Verdauung von Pentosanen keine Pentosen in den Harn übergehen; offenbar treten die aus den Pentosanen entstehenden Pentosen in kleinen Quantitäten in den Kreislauf und werden deshalb verlustlos — wenigstens insoweit der Harn in Betracht kommt — verwertet.

Die Kräfte, welche die Lösung der Zellmembran bewirken, sind uns zurzeit nicht bekannt. In Frage kommen können entweder Fermente des Darmes oder Bakterienwirkungen. Im letzten Falle können ausgeschiedene Fermente natürlich gleichfalls angenommen werden. Zu einer Entscheidung

der Frage habe ich je 1.0 g Birkenholzmehl, das nach Ausziehen mit Alkohol und Äther bei 100° trocken 0.834 g Substanz lieferte, in verschiedenen Kolbchen 5 Tage der Verdauung im Thermostaten bei 37° ausgesetzt.

Die verdauenden Flüssigkeiten waren:

1. Fleischkot vom Hunde, frisch mit Wasser und Toluol angerührt und 24 Stunden bei Zimmertemperatur stehen gelassen, dann filtriert. Filtrat triebe.

2. Ebenso Kot nach Fütterung von 1000 g Fleisch und 100 g Birkenmehl.

3. Die Kotsorten werden auch sofort mit Azeton zerrieben, mehrfach

abgesehen, dann sofort mit Wasser ausgezogen oder

4. nach dem Trocknen ausgezogen — klares Filtrat.

In allen 4 Fällen war etwas Trockensubstanz und auch Pentose in

Lösung gegangen.

Angewandt 0.834 g Trockensubstanz u. 0.291 g Pentose

Erhalten bei:	0.794	"	"	"
1. Fleischkot, Wasser lösliches . . .	0.794	"	"	"
2. Birkenkot "	0.800	"	"	"
3. Fleischkot mit Azeton behandelt 0.791	0.791	"	"	0.239
4. Birkenkot	0.802	"	"	0.251

	Gewichtsdifferenzen	Pentosedifferenz	Pentosane
1.	0.040	0.044	0.035
2.	0.034	0.032	0.028
3.	0.043	0.052	0.046
4.	0.032	0.040	0.035

Als gemeinsames Resultat würde sich also ergeben, daß in allen Fällen etwas Pentose gelöst worden ist und daß der Gewichtsverlust auf Pentosane zu beziehen ist, denn im Mittel aller Bestimmungen betrug der Gesamtverlust 0.0372 g und der aus Pentosanen 0.0360 g und in Prozenten der Gewichtsverlust — 4.46 Prozent und der aus Pentosanen — 12.37 Prozent.

Die Ergebnisse sprechen also dafür, daß eine Fermentwirkung auf Pentosane vorliegen haben dürfte, zumal eine andere Erklärung der Gewichtsabnahme nicht aufzufinden ist. Ein Angreifen der Zellulose selbst ist bei der Anwendung des Kotretrahes nicht zu beweisen, entweder sind also solche Fermente durch die angewandte Behandlung vernichtet worden, oder sie werden von Bakterien nur in direkter Berührung mit dem aufzulösenden Membran abgegeben. Lösung der Pentosane und Lösung der Zellulose sind also auch nach den obigen Resultaten voneinander getrennte Vorgänge.

¹ *Berichte der Chemischen Gesellschaft*. 1901. Bd. XXXII. S. 1743.

² *Archiv für klin. Medizin*. 1896. Bd. LVI. S. 283.

³ *Zeitschr. für physiol. Chemie*. 1895. Bd. XX. S. 489.