

Inhalt.

	Seite
MAX RUBNER, Der Nährwert der Vogelwicken und Wicken	1
MAX RUBNER, Über die Verwertung einiger Nebenprodukte der Stärkeindustrie für die Ernährung	7
MAX RUBNER, Weitere Untersuchungen zur Verdaulichkeit des mit Säuren aufgeschlossenen Holzmehles	20
R. DU BOIS-REYMOND, Über das Verhalten von Fischen gegen Wasserschwingungen. (Mit 2 Figuren im Text.)	30
RENÉ DU BOIS-REYMOND, Über den Gang mit künstlichen Beinen. (Mit 3 Figuren im Text.)	37
MAX RUBNER, Nährwert des durch Alkali aufgeschlossenen Strohes beim Hunde	50
MAX RUBNER, Die Verwertung aufgeschlossenen Strohes für die Ernährung des Menschen	74
AUGUSTUS D. WALLER, Altes und Neues über das Elektrokardiogramm. (Mit 13 Figuren im Text.)	89

Die Herren Mitarbeiter erhalten *vierzig* Separat-Abzüge ihrer Beiträge gratis und 30 % Honorar für den Druckbogen zu 16 Seiten.

Beiträge für die anatomische Abteilung sind an

Professor Dr. **Wilhelm v. Waldeyer-Hartz** oder an Professor Dr. **H. Virchow** oder an Dr. **P. Röthig**, sämtlich in Berlin N.W., Luisenstr. 56,

Beiträge für die physiologische Abteilung an

Professor Dr. **Max Rubner** in Berlin W., Kurfürstendamm 241^{III}

portofrei einzusenden. — Zeichnungen zu Tafeln oder zu Holzschnitten sind auf vom **Manuskript** getrennten Blättern beizulegen. Bestehen die Zeichnungen zu Tafeln aus einzelnen Abschnitten, so ist, unter Berücksichtigung der Formatverhältnisse des Archives, eine Zusammenstellung, die dem Lithographen als Vorlage für die Anordnung dienen kann, beizulegen.

Der Nährwert der Vogelwicken und Wicken.

Von

Geheimrat **Max Rubner**.

Die Fälschung des Mehles mit Unkrautsamen hat wohl stets stattgefunden. Die bei der Reinigung des Getreides vor dessen Mahlen als Abfall in großer Menge sich ergebenden wertlosen Sämereien werden als Handelsartikel in zwei Sorten, Raden und Wicken, bezogen.¹ Die Raden bestehen der Hauptsache nach aus dem Samen der Kornrade neben lokal wechselnden anderen Beimengungen (*Delphinium consolida*, *Polygonum convolvulus* und *arvensis* usw.). Die Wicken bestehen aus Samen verschiedener Leguminosen (*Vicia*, *Lathyrus*, *Ervum*, *Medicago* usw.) und Cruciferen (*Sinapis*, *Brassica*, *Camelina* usw.), auch Früchten von Laubkrautarten (*Galium*); die Samenschalen werden ausgemahlen und gehen in die Kleie über. Von den hier aufgeführten Materialien ist in der ersten Knappheit des Mehles im Jahre 1915 vieles letzterem beigemischt worden, worüber ich schon früher berichtet habe.²

Die Wicken sind übrigens auch mit Roggen gemischt ein Handelsartikel von erheblichem Umfang. So werden Vogelwicken mit Roggenbesatz benutzt, um Roggen als Futtermittel für Tiere unter Umgehung der Ernährungsverordnungen in den Handel zu bringen. Vor kurzem ist mir die Frage vorgelegt worden, wie sich die Vogelwicke etwa als Mittel zur Streckung des Brotgetreides verhalte. Geheimrat Prof. Dr. Wittmack hatte die Güte, eine Bestimmung des Samengemenges vorzunehmen; die hellen gesprenkelten Samen des Gemenges waren *Vicia hirsuta* (*Ervum hirsutum*), d. h. die rauhhaarige Wicke oder Zitterlinse, die kleinen schwarzen Samen sind *Vicia tetrasperma* (*Ervum tetraspermum*, die viersamige Wicke); außerdem befand sich darunter wenig Rapssamen, Kornblumensamen, etwas *Lolium* und *Galium*arten. Von der *Vicia augustifolia* ist nach-

¹ Siehe Rubner, *Lehrbuch der Hygiene*. 7. Aufl. S. 581.

² *Dies Archiv*. 1915. Physiol. Abtlg. S. 148.

gewiesen, daß sie, mit Wasser verrührt, etwas Blausäure bildet; das war bei diesem Gemenge der Vogelwicke nicht zu erweisen.

Ein Grund, Mehl aus diesen Vogelwicken für ungesund zu erklären, liegt nach den bisherigen Erfahrungen nicht vor.

Als Gemisch einer Leguminosenart kann es wohl zur Verwendung kommen. Nach älteren Beobachtungen machen Leguminosenmehle ein Brot nicht gut backbar, doch verträgt Brot wenigstens Zusätze bis 10 Prozent der Mehlmenge, wie mir von erfahrener Seite mitgeteilt wurde. Natürlich kommen auch andere Verwendungsweisen der Mehle in Betracht, vorausgesetzt, daß der Geschmack nicht unangenehm empfunden wird. Wie die Vermahlung und ob eine teilweise Ausscheidung der Samenschalen bewirkt wurde, ist nicht bekannt, aber unwahrscheinlich; makroskopisch war eine Scheidung von Mehl und Schalenanteilen nicht zu sehen.

A. Vogelwicke.

Von dem Mehl wurden 70 g lufttrocken mit der gleichen Menge Wasser bei 100° behandelt und diese verkleisterte Masse den 1000 g Pferdefleisch, welche der Hund pro Tag erhielt, beigemischt. Irgendwelche Veränderungen im Verhalten des Tieres wurden nicht bemerkt. Die Abgrenzung war nicht sehr scharf, so daß noch etwas Knochenkot der Sicherheit wegen mit dem Versuchskot vermischt wurde.

Das Vogelwickenmehl ist ziemlich aschereich, reich an N, es hat einen mittleren Zellmembrangehalt; die Zellmembran ist reich an Pentosan, aber sie erreicht darin die Zerealienkleie nicht.

	In 100 g Trockensubstanz	In 70 g = 62.6 g Trockensubstanz pro Tag
Asche	5.64	3.15
Organisch	94.36	58.4
N	3.72 = 23.25 Protein	2.33 = 14.55 Protein
Pentosan	5.09	3.18
Zellmembran	6.26	3.92
mit Pentosan	1.41	0.88
„ Zellulose	3.17	1.98
„ Restsubstanz	1.68	1.05
Fett	1.00	0.63
Kalorien	460.5	288.2

In 100 Teilen Zellmembran	
Zellulose	50.63
Pentosan	22.50
Rest	26.87

	In 100 Teilen Kot	In 26.6 g Kot
Asche	52.99	14.1
Organisch	47.01	12.5
N	3.55	0.94
Pentosan	2.68	0.71
Zellmembran	7.30	1.94
mit Pentosan	1.33	0.35
mit Zellulose	5.19	1.38
mit Restsubstanz	0.72	0.19
Stärke	1.5	0.40
Kalorien	226.2	60.7
In 100 Teilen Zellmembran		
Zellulose	71.09	
Pentosan	18.29	
Restsubstanz	10.62	

In ihrem Zellulosegehalt übertrifft die Vogelwicke die Kleiearten. Hierin liegt also ein prinzipieller Unterschied vor. Die Ausscheidungen waren nicht reichlich, aber sie übertrafen die Menge des sonst bei reiner Fleischkost entstehenden Kotes. Berechnet man kurzerhand den Kalorienverlust, so sieht man einen Verlust im Kot um 60.7 Kalorien pro Tag, während sonst etwa 67.7 Kalorien bei reiner Fleischkost erscheinen. Hierzu ist aber zu bemerken, daß die Ausscheidung von Fleischkot nicht von der Zufuhr allein, sondern auch von dem Eiweißumsatz abhängig ist; die Zugabe von Stärke, die einen wesentlichen Teil der Wicke ausmacht, kann also eine Minderung der Kotbildung durch Minderung des Umsatzes hervorgerufen haben. Zur Feststellung wirklichen Verlustes der Vogelwicken muß man den Weg einschlagen, die nachgewiesenen Verluste im Kot im einzelnen zu betrachten. Dieses sind:

0.4 g Stärke × 4.1	1.6	Kalorien
1.94 g Zellmembran × 4.2	8.15	„
0.2 g Pentosan ¹ × 3.9	0.8	„
1.7 g Protein ² × 5.88	10.0	„
	<u>20.5</u>	Kalorien

Die Zufuhr war 288.2, Verlust 20.5 = 7.11 Prozent.

¹ 0.71 g Pentosan, abzüglich 0.13 aus Fleisch = 0.58, in Zellmembran allein 0.35 = 0.58 - 0.35 = 0.2.

² 0.27 g N waren in der Zellmembran = 1.7 Protein.

Im ganzen ist der Verlust also nicht so groß; er würde ohne die Zellmembran sich fast auf die Hälfte reduzieren. Das Stärkemehl ist ausgezeichnet resorbiert worden. In der Einnahme war (58·4 - 19·3) = 39·3 g, im Kot 0·4 g, direkt bestimmt = 1·02 Prozent Verlust.

Die N-Ausscheidung war 0·94 g N pro Tag; davon gehen ab als nicht resorbierbares Protein 0·27 g N, die in der Zellmembran blieben, = 0·67 g als Fleischkot, während sonst 1·03 g N kam. Berechnet man als Eiweißverlust die 0·23 g N in der Zellmembran, so macht dies, auf die Zufuhr bezogen, 11·5 Prozent aus (wobei die N-Stoffwechselprodukte außer Betracht bleiben).

Der Hauptverlust der näher bestimmten Stoffe betrifft die Zellmembran. Die zugeführte Zellmembran zeigt eine Zusammensetzung, welche von der Kleie der Zerealien abweicht, sie ist zellulosereicher. Die Resorption zeigt aber ähnliche Verhältnisse wie bei der Kleie, sie ist also besser wie die von Holz und Nußschalen usw.

Der Verlust an Pentosan und Zellmembran war folgender:

An Gesamtpentosan	22·3 Prozent
„ Zellmembran	49·4 ..
„ Pentosen der Zellmembran	39·5 ..
„ Zellulose der	69·6 ..
„ Restsubstanz der	18·1 ..

Von der Pentosan des Kotes kommen pro Tag rund 0·13 g auf Fleischkot, also 0·71 - 0·13 = 0·58 g auf die Vogelwicke; in der Zellmembran waren 0·35 g, demnach 0·58 - 0·35 = 0·23 g nicht in Zellmembran enthaltene Pentosen, in der Zufuhr 3·18 - 0·88 = 2·30 g Pentosan nicht in der Zellmembran, so daß sich der Verlust des letzteren auf 10 Prozent stellt.

Im ganzen betrachtet, wäre also das Vogelwickenmehl obiger Herkunft ein durchaus zu beachtendes eiweißreiches Nahrungsmittel von günstiger Resorption, das die ausnahmsweise Verwendung für Ernährungszwecke wohl rechtfertigen würde. Bei der Zubereitung müsste die für Leguminosen wichtige Verwendung weichen Wassers auch bedacht werden. Die Verwendung von Vogelwicken wird dadurch rationell, daß diese nur einen mäßigen Gehalt von Zellmembran besitzen, etwa wie Korn von etwas über 70 Prozent Ausmahlung. Stoffwechselprodukte N-haltiger Natur wie andere sind hier in die Berechnung nicht einbezogen, weil die Resorption des Fleisches nebenbei auch die Verdauung der Wicke besorgt hat.

B. Die Wicke (*Vicia sativa*).

Die Wicken sind im allgemeinen auch früher schon zur Mischung mit anderem Mehl als Brot verbacken worden, doch wird dem Wickenbrot nachgesagt, daß es schwer verdaulich sei. Worauf sich dieses Urteil gründet, ist mir nicht bekannt. Die Wicke als Leguminose ist reich an Protein. Soweit mir bekannt, ergeben sich für die Entschälung der Wicken, auch bei der größeren Art *Vicia sativa*, große Schwierigkeiten, so daß an eine einfache Trennung zwischen Schalen und Mehl meist nicht zu denken ist. Die Wicken werden daher dort, wo sie verabreicht wurden, meist wie die Erbsen im ganzen mit den Schalen verkocht und so verzehrt. Die Wicken entwickeln mit Wasser angerührt Blausäure; beim Verkochen kommt das nicht in Frage, weil das Ferment durch die Hitze rasch zerstört wird. Sie enthalten als hauptsächlichsten Eiweißstoff neben anderen Legumin und stehen in mancher Beziehung den Lupinen nahe.

Der Versuch wurde an Hunde ausgeführt, die Wicken 250 g lufttrocken gekocht und zerquetscht und direkt ohne Fleisch als Beifutter verabreicht. Zusammensetzung und Ausscheidung enthält nachfolgende Tabelle.

	In 100 Teilen sind	In 225·5 g pro Tag
Asche	3·54	7·98
Organisch	96·46	217·1
N	4·02 = 25·12 Protein	9·05
Pentosan	5·49	12·35
Zellmembran	10·96	24·80
mit Zellulose	5·28	11·88
Verbrennungswärme	441·6	995·7
	In 100 Teilen Kot sind	In 325·6 g Kot = 108·5 g pro Tag
Asche	31·28	33·93
Organisch	68·72	74·56
N	4·69	5·14
Pentosan	5·33	5·80
Zellmembran	18·12	19·57
Zellulose	10·70	11·60
Verbrennungswärme	373·5	405·1

Das Tier erhielt fast genau so viel Kalorien in Wicken wie sonst in Fleisch. Die Resorption war sehr dürftig, von 100 Kalorien der Einfuhr wurden 40·6 Prozent verloren; da die *Vicia sativa* nicht viel anders zusammengesetzt ist wie die Vogelwicke, nur etwas mehr Zellmembran

enthält, so ist die schlechte Verdaulichkeit eine Wirkung der schlechten Zubereitung.

Die Zellmembran der Wicke ist schlechter verdaulich als jene der Vogelwicke, besonders schlecht wurde die Zellulose verdaut mit 97·64 Prozent Verlust. Die harten, groben Hülsen reizen offenbar den Darm und hindern die Resorption aller Bestandteile. Vom N gehen nicht weniger als 56·8 Prozent verloren, obschon, wie gesagt, die Eiweißstoffe an sich, nach dem Ergebnis bei Vogelwicken beurteilt, sich nicht ungünstig verhalten müßten. An Protein war im Kot im Tag 1·75 g N entsprechend, was einem Verlust von 19·05 Prozent entspricht, woraus weiter folgt, daß 34·0 Prozent des ausgeschiedenen N Proteinverlust und 66·0 Prozent Verlust aus Stoffwechselprodukten war.

Die Zellmembran selbst erklärt den hohen Kalorienverlust im Kot nicht, denn sie macht nur 87·3 Kalorien aus; die Hauptmasse besteht neben den Stoffwechselprodukten und Proteinverlust aus unresorbierter Stärke. Es ist anzunehmen, daß das Wickenmehl fein zermahlen sich wohl wesentlich günstiger verhält. Jedenfalls muß der Versuch zur Abscheidung der Wickenschalen durch Sieben gemacht werden, da nur dann die wertvollen Nährstoffe entsprechend verwertet werden können.

Über die Verwertung einiger Nebenprodukte der Stärkeindustrie für die Ernährung.

Von

Geheimrat **Max Rubner.**

Die Kartoffel gehört zu den gut aufnehmbaren Nahrungsmitteln, allerdings erreicht sie, was Resorptionsfähigkeit anlangt, nicht die Gebäcke und Speisen aus feinem Weizen- oder Reismehl, aber mit 5·61 Prozent Verlust an Kalorien stellt sie sich doch nach meinen Versuchen günstig. Allerdings gilt dies nur für mäßige Zufuhr von 2000 bis 2500 Kalorien, während nach meinen älteren Untersuchungen bei 3300 Kalorien Zufuhr die Grenze der guten Verdaulichkeit (rund etwa 14 Prozent Verlust der Kalorien) schon erheblich überschritten sein kann, während gleichgroße Mengen Weizenmehles noch ausgezeichnet resorbiert werden. Diese ungünstige Stellung gegenüber dem Weizen ist nicht wohl in der Verschiedenheit des Zellmembrangehaltes, als wahrscheinlich zum Teil in der Eigenart der Stärke gelegen, da man bei Aufnahme von Mischungen von Kartoffel- und Weizenstärke häufig die erstere im Kote unverändert findet, während die Weizenstärke glatt verdaut ist. Ihr Vorzug in der Verdaulichkeit der Brotarten aus mittlerem Vollkornmehl gegenüber kommt keineswegs immer voll zum Ausdruck. Nach Versuchen von mir und Thomas eignet sich die Kartoffel nur als Beimengung zu kleiearmen Mehlen, während bei stark ausgemahlener die Verdaulichkeit des Gemisches herabgesetzt wird. Das trifft namentlich auf die Kriegsbrote zu. Es mögen auf diese Weise durch die unzweckmäßige Kombination von Brot und Kartoffeln Zehntausende von Tonnen an Zerealien gewissermaßen verloren gegangen sein.

Die Kartoffel verdankt ihre gute Resorbierbarkeit zum erheblichen Teil dem geringen Zellmembrangehalt der entschälten Frucht; auch