

mengung nicht wasserbindender organischer Substanzen wird, soweit ich sehe, ohne Ausnahme ein sehr trockner Kot entleert, der bis zu 46 Prozent und mehr an Trockensubstanz enthalten kann. Das ist der Fall, obschon bei meinen Versuchen die Zusätze zu einer völlig verdaulichen Kost nur 7 Prozent Birkenholzmehl, Spelzmehl und Holzmehl usw. betragen haben, während bei vegetabilischer Kost und nach Zusatz von Holzmassen usw. meist auf eine höhere Beimengung gerechnet werden kann.

Diese Trockenheit des Kotes bedingt eine erschwerte Entleerung, der Kot verliert seine plastische Eigenschaft und kann durch die Bauchpresse nur schwierig entleert werden, was namentlich mit Rücksicht auf die bei Erwachsenen überhaupt und namentlich bei älteren Personen häufigen Hämorrhoidalknoten sehr störend und nachteilig sein kann.

Nicht alle Arten des Holzmehles, Strohmeles usw. verhalten sich gleich, bei manchen steigert sich vielmehr der erwähnte Übelstand zu einer fast unmöglichen Kotentleerung. Dies ist dann der Fall, wenn das Material, wie z. B. bei Holzmehl aus Birke, zu derben Knollen und Massen, wie sie Pappe darstellt, verklebt. Die gleiche Beobachtung hat später R. O. Neumann bei Genuß von Brot, das mit Friedenthalschem Holzmehl versetzt war, gemacht, und auf die bedenklichen Zustände hingewiesen.

Ob diese verbackenden und vielfach verfilzenden Holzzellenmassen nicht durch Einlagerung im Blinddarm oder Wurmfortsatz auch nachteilige Folgen haben können, läßt sich nur durch etwaige Erfahrungen über das Auftreten von Blinddarmerkrankungen beweisen.

Aus den zahlreichen Fällen von Brotfälschung durch mehlarartige Zusätze, die zu einem Betrage der Bevölkerung und auch zu Gesundheitsbenachteiligungen und Schädigungen führen, kann man die Notwendigkeit ableiten, die Herstellung solcher Produkte zu untersagen oder sie auf diejenigen Mengen zu beschränken, die etwa als Streumehl in Kriegszeiten zu verwenden sind. Den Bäckern darf neben den ihnen zustehenden Mengen Backmehls nur so viel Streumehl von der Reichsgetreidestelle überlassen werden, als zu dem Zweck des Streuens notwendig ist. Ein Überstäuben des Brotes mit Streumehlen ist zu unterlassen.

Die Verdaulichkeit des Spelzmehles beim Menschen.

Von

Geheimrat Max Rubner und Dr. Arnt Kohlrausch.

I.

Es ist auffallend, daß man nach Ersatzmitteln für das Brotgetreide sucht, während erhebliche Mengen von Brotgetreide verfüttert werden. Eine Fürsorge für die menschliche Ernährung, welche Ersatzstoffe entbehrlich macht, wäre leicht zu treffen, wenn eine wirksame Einschränkung der Verfütterung von Brotgetreide in die Wege geleitet würde. In den beiden verflossenen Kriegsjahren ist nach der Richtung, alles Brotgetreide für den Menschen voll zu sichern, nichts Entscheidendes geschehen.

Unter den „Erfindungen“ wollen Versuche, sogenannte Streckungsmittel herzustellen, nicht zur Ruhe kommen. Unter letzteren sind oft die untauglichsten herausgesucht und zum Vertrieb gebracht worden. Der Eine von uns (R.) hat schon vor längerer Zeit auf den unerhörten Mißbrauch hingewiesen, der mit dem Beibacken von Mehl aus Hinterkorn, mit Unkrautsamen getrieben wurde, auch haben die gerichtlichen Verhandlungen dargetan, daß man Strohmehl in Massen beigebacken hat und auch vor anorganischen Beimengungen nicht zurückgeschreckt ist. Für Strohmehl liegen bereits Versuche von R. O. Neumann am Menschen vor, aus denen die Schädlichkeit solcher Beimengungen dargetan ist. Es wäre an der Zeit gewesen, ein allgemeines Verbot solcher Produkte zu erlassen. Selbst als Streumehl, dafür sind sie amtlich vorgeschrieben, haben diese Materialien mehr Schaden als man denkt, insofern sie den Boden der Brote minderwertig machen, weshalb vielfach diese Teile nicht gegessen, sondern weggeworfen werden.

Die bisherigen Zusätze zu Brot sind von Haus aus ganz wertlos, weil sie nährrende Bestandteile überhaupt nicht enthalten. Auch das Spelzmehl gehört an sich zu diesem nährstoffärmsten Material, kaum wertvoller als Strohmehl, wenn nicht der Zufall es fügt, daß noch einige Körner vom Getreide zurückgeblieben sind. Die Menge dieses Kornanteils mag bald größer, bald kleiner sein. Die Körner in Spelzen sind vielfach nicht gesund, sie

sehen verkümmert aus, doch sind uns keine Erfahrungen bekannt, daß etwa pathologisch veränderte Körner reichlicher in den Spelzen vorkommen. Versuche am Menschen sind nicht zu entbehren, damit eine restlose Aufklärung über die Verdauung aller wesentlichen Bestandteile des Brotgetreides erreicht wird.

Über die Wirkung der Verfütterung von Spelzmehl am Hunde ist in dieser Zeitschrift S. 96 das Ergebnis mitgeteilt worden. Es war nachzuweisen, daß auch von den Spelzen im Darm des Hundes etwas aufgelöst wird, was nicht wundernehmen kann, nachdem auch selbst bei Verfütterung der zerkleinerten Haselnußschalen eine Auflösung in beschränktem Maße eintritt und auch Papier sich nicht als unangreifbar erwiesen hat. Doch sind die Spelzen weniger verdaulich als etwa die Hüllen des Getreidekornes. Von einem Nährgewinn konnte auch bei den Spelzen nicht wohl die Rede sein, zumal dem Resorbierten eine Mehrung von Stoffwechselprodukten im Kot gegenüberstand, ein Beweis, daß es sich um Reizung des Darmes handelte.

Auch das Spelzmehl hat bereits eine sehr weitgehende erlaubte und unerlaubte Verwendung für die menschliche Ernährung gefunden.

Es wurde zuerst als Streumehl empfohlen. Die Anwendung des Spelzmehles ging aber sehr bald über die Grenze hinaus, die Brotfälscher setzten in mehr oder minder großen Mengen Spelzmehl dem Teige zu.

Man muß bei den umfangreichen Betrügereien aller Art auch damit rechnen, daß das Spelzmehl, das aus den leeren Ähren und allenfalls Resten verkümmelter Samen besteht, nachträglich selbst wieder durch andere Beimengungen gefälscht ist und vielleicht geradezu schädliche Dinge von Haus aus oder beliebige fremdartige Zusätze, auch wohl Unkrautsamen oder ähnliches enthält.

Untersuchungen am Menschen vorzunehmen, schien mit dem uns zugegangenen Material erlaubt, da uns dieses in Vorversuchen am Hunde direkt schädliche Wirkungen nicht hatte erkennen lassen. Es ist eine Art Strohmehl, nur ist der außerordentlich bittere Geschmack des feinen Spelzmehles auffallend. Bei dem gröberen Material trat dieser Geschmack nicht in demselben Maße hervor.

Die Versuche wurden so ausgeführt, daß je zwei gesunde Soldaten G. (63 Kilo) und L. (58 Kilo) dieselbe Brotsorte gleichzeitig erhielten. Abgegrenzt wurde mit Milch und etwas Käse.

Das Brot wurde hergestellt¹ unter Zugabe von 10 Prozent Spelzmehl zum Mehl. Zwei Präparate waren verfügbar, ein feines und ein gröberes

Mehl, auch das letztere hatte den Charakter einer gut zerkleinerten Substanz und enthielt nicht etwa gröbere Teilchen. Als Vergleich diente eine Versuchsreihe mit Brot aus „Mischmehl“, bestehend aus 50 Prozent Roggenmehl, 25 Prozent Maismehl, 12¹/₂ Prozent Kartoffelstärke und 12¹/₂ Prozent Kartoffelwalzmehl, es war uns in der entsprechenden Menge zur Verfügung gestellt worden.

Der Zusatz von 10 Prozent Spelzmehl wurde gewählt, da bei höherem Gehalt an Spelzmehl der bittere Geschmack sehr fühlbar wird, ganz ist er auch bei 10 Prozent nicht zu verdecken, wenn man lange kaut. Auch das Einklemmen kleiner Teile, von Spelz herrührend, zwischen die Zähne, wird man bei einiger Aufmerksamkeit noch bei 10 Prozent Zusatz wohl störend empfinden. Da die Spelzen im Munde nicht verdaut werden, bleiben die Teilchen ähnlich den Nußkernen unverändert zwischen den Zähnen.

II.

Zunächst soll über die analytischen Ergebnisse berichtet werden, die verwendeten Substanzen sind nachstehend aufgeführt.

Außer den üblichen Analysen sind mit Rücksicht auf die Bedeutung der Kohlehydrate einerseits die Stärkemengen direkt bestimmt und ferner die Analysen der Zellmembran in der Zufuhr und Ausfuhr ausgeführt worden, nach den früher in dieser Zeitschrift angegebenen Verfahren.

Aus dem verwendeten Mehl und den weiteren Zusätzen wurde die Zusammensetzung des Brotes berechnet, das stets für eine Versuchsreihe für zwei Personen auf einmal hergestellt wurde. Das Brot wurde mit Sauerteig aus dem gleichen Mehl verbacken. Spelzmehlbrot ist heller als das gewöhnliche Brot, ein Zusatz von 20 Prozent, so sollte man meinen, würde bei einiger Aufmerksamkeit auch dem Laien nicht entgehen können, die Erfahrung hat aber gelehrt, daß das Publikum auch in dieser Hinsicht den Nahrungsmitteln recht wenig Aufmerksamkeit schenkt, sonst wären Fälschungen mit Zusätzen bis zu 30 Prozent Spelzmehl, die vorgekommen sind, unmöglich gewesen.

Das Mischmehl enthält in 100 Teilen lufttrocken:

Trockensubstanz	85.49 ¹
Asche	1.46
Organisches	84.03
Pentosan	3.88
Zellmembran	2.59 mit 0.74 Pentosan

¹ Vom Institut für Getreideverarbeitung unter Aufsicht von Prof. Buchwald.

¹ 100 Trockensubstanz: 3.25 Zellmembran mit 1.06 Pentosan 1.68 Zellulose.

Zellulose	1.43
Restsubstanz	0.42
Rohfaser	1.8
N	1.30 = 8.12 Protein
Stärke	62.30
Kalorien	363.8

In der 1. Versuchsreihe wurde nur Brot aus Mischmehl gegeben.

In der 2. Versuchsreihe wurden rund 10 Prozent Spelzmehl der größeren Sorte gegeben. In der 3. Reihe das feine Spelzmehl; die Analysen ergaben folgendes:

	Grobes Spelzmehl (Nr. 5)	Feines Spelzmehl (Nr. 6)
Trockensubstanz	91.15	90.95
Asche	7.42	8.51
Organisches	83.73	82.44
N	0.39	0.67
Pentosan	30.89	26.51
Rohfaser	37.5	34.8
Stärke	18.10	14.4
Zellmembran	67.02 mit 24.64 Pentosan	59.60 mit 21.89 Pentosan
Zellulose	31.30	28.83
Restsubstanz	11.08	8.90
Kalorien	367.1	376.1

In der 4. Reihe wurde eine gleiche Mischung beider Spelzmehle (zusammen 10 Prozent) zugesetzt unter Beifügung einer Eiweißlösung nach bestimmter Vorschrift.

Versuchsreihe I.

Brot aus Mischmehl. Person G. (63 Kilo nackt).

10481 g hergestellten Brotes entsprechen 8000g Mehl, 1g Brot = 0.7633g Mehl. 100g Brot = 0.992 N. Die verzehrte Nahrung ergibt sich aus folgendem:

Verzehrt pro Tag:

	Brot g	Mehl g	N g	Fett g	Zucker g	Mehl Kal.	Fett Kal.	Zucker Kal.	Summe Kal.
18. VII.	1125	858	11.15	36 M.	62.5	3122	286	250	3658
19. VII.	836	637	8.31	47 B.	62.5	2317	336	250	2903
20. VII.	782	596	7.75	37 B.	62.5	2168	288	250	2706
21. VII.	650	496	6.45	40	62.5	1805	380	250	2935
Mittel	848	646	8.4	—	—	2353	—	—	2925

Die Ausscheidungen waren folgende pro Tag:

	Kot frisch	Kot trocken	Harn N	Kot N	Gesamt-N	Bilanz
18. VII.	37	24	13.06	4.00	17.1	- 5.9
19. VII.	51	23	10.70	4.00	14.7	- 6.4
20. VII.	—	—	6.81	4.00	10.8	- 3.1
21. VII.	212	96	7.52	4.00	11.5	- 5.1
22. VII.	685	165				

Absolut Trockenkot = 308 g = 77.0 g pro Tag.

Die Ernährung war sehr reichlich und ging vielleicht über den Bedarf des Mannes, der nur Laboratoriumsdienste tat, hinaus. Im N-Verbrauch allerdings reichte er am 4. Tage noch nicht aus und gab noch erheblich vom Körper an N ab. Im ganzen verlor er während 4 Tage 20.43 g N, welche zum Teil an dem folgenden Tage freier Ernährung und an einem Milchtag zur Abgrenzung wieder ergänzt sein mochten.

Einnahme¹ und Ausgabe, Versuchsreihe I, Person G. pro Tag.

	Nahrung g	Ausscheidung g	Verlust Prozent
Trockensubstanz	552.3	69.8	12.6
Asche	9.8	6.9	73.1
Organisches	542.5	62.8	11.5
N	8.4	4.0	47.3
Stärke	402.4	5.1	1.3
Pentosan	25.1	8.5	33.6
Rohfaser	11.8	10.7	91.2
Zellmembran	18.0 mit 5.85 Pentosan	15.4 mit 5.8 Pentosan	85.5
Zellulose	9.3	5.75	61.7
Restsubstanz	2.9	2.90	65.5
Kalorien	2353	339.2	14.4

Über die Nahrungsaufnahme der Person L. (58 Kilo) ergibt sich für Versuch I. Brot das gleiche wie bei G. I.

Als Zufuhr ergibt sich

	Brot g	Mehl g	N im Mehl g
18. VII.	1003	765	9.97
19. VII.	849	648	8.45
20. VII.	733	558	7.27
21. VII.	753	574	7.48
Mittel	834	634	8.3

¹ Aus Brot.

Die ganze Nahrungsaufnahme bestand in

	Mehl g	Fett g	Zucker g	Mehl Kal.	Fett Kal.	Zucker Kal.	Gesamt- kal.
18. VII.	765	41	62.5	2781	389	250	3420
19. VII.	648	41	62.5	2379	389	250	3018
20. VII.	558	38	62.5	2030	361	250	2641
21. VII.	574	48	62.5	2088	456	250	2794
Mittel				2319	—	—	2968

Die Ausscheidungen waren folgende:

	Kot frisch	Kot trocken	Harn N	Kot N	Gesamt-N	Bilanz
18. VII.	84	18	9.99	3.22	13.2	— 3.2
19. VII.	—	—	7.50	3.22	10.7	— 2.3
20. VII.	312	100	5.17	3.22	8.4	— 1.1
	30	10				
21. VII.	318	77	6.26	3.22	9.5	— 2.0
22. VII.	370	80				

Die Zusammensetzung der Kost¹ (Versuch I, Person L.) pro Tag war folgende:

	Nahrung g	Ausscheidung g	Verlust Prozent
Trockensubstanz	537.0	64.5	11.8
Asche	9.3	4.9	52.6
Organisches	527.7	59.5	11.1
N	8.3	3.2	38.7
Stärke	396.8	11.9	3.0
Pentosan	24.7	7.8	31.6
Rohfaser	11.6	11.2	94.3
Zellmembran	17.3 mit 5.63 Pentosan 92.0	16.6 mit 5.18 Pentosan	95.9
Zellulose	9.1	8.8	96.7
Restsubstanz	2.6	2.6	100.0
Kalorien	2319	306.5	13.2

Versuchsreihe II.

Mischmehl mit Spelzmehl (Nr. 5) von größerer Beschaffenheit gemischt. Das Brot wurde unbeanstandet genommen, auch Klagen über Gasbildung oder andere Unbequemlichkeiten nicht geäußert.

10791 Brot entsprachen 7200 Mischmehl + 800 g gröberes Spelzmehl. 1 g Brot = 0.667 g Mehl und 0.074 Spelzmehl. Daraus ergeben sich folgende Zufuhren:

¹ D. h. des Brotes.

	Brot	Mehl frisch	Spelzmehl	N im Mehl	N im Spelzmehl	Summe
25. VII.	880	587	65.2	7.66	0.26	7.9
26. VII.	1170	780	86.7	10.23	0.34	10.5
27. VII.	670	447	49.6	5.83	0.19	6.0
28. VII.	595	397	44.1	5.18	0.17	5.4
Mittel	829	553	61.4	—	—	7.4

	Mehl g	Spelz- mehl g	Fett g	Zucker g	Mehl Kal.	Spelz- mehl Kal.	Fett Kal.	Zucker Kal.	Summe Kal.
25. VII.	587	65.2	43	70	2135	239.2	408	280	3062
26. VII.	780	86.7	45 B.	70	2837	318.2	350	280	3805
27. VII.	447	49.1	45	—	1625	182.2	427	—	2234
28. VII.	397	44.1	50	—	1443	161.7	475	—	2080
Mittel	350	61.3	—	—	2010	—	—	—	2795

Die Ausscheidungen waren folgende pro Tag:

	Kot frisch	Kot trocken	Harn N	Kot N	Gesamt-N	Bilanz
25. VII.	—	—	13.61	3.02	16.6	— 8.7
26. VII.	262	53	9.78	3.02	12.8	— 2.3
27. VII.	499	147	4.87	3.02	7.9	— 1.9
28. VII.	301	97	4.34	3.02	7.4	— 2.0
29. VII.	215	97	—	—	—	—
30. VII.	176	70	—	—	—	—

Einnahme und Ausgabe, Versuchsreihe II, Person G.

Die Einnahme von Brot setzt sich zusammen aus dem Gehalt des Mehles und des Spelzmehles.

	Mehl g	Spelzmehl (5) g	Summe g	Kot g	Verlust Prozent
Trockensubstanz	472.0	56.0	528.8	101.0	19.1
Asche	8.1	4.6	12.7	9.5	74.7
Organisches	464.2	51.4	516.1	91.5	17.7
N	7.2	0.20	7.4	3.0	40.8
Stärke	344.5	11.1	355.6	7.93	3.7
Pentosan	21.4	18.3	39.7	21.7	54.8
Rohfaser	10.1	23.0	33.1	30.5	92.2
Zellmembran	15.3 mit 5.3 Pentosan	41.5 mit 15.1 Pentosan	56.8 mit 20.3 Pentosan	51.1 mit 20.2 Pentosan	89.9
Zellulose	7.9	19.4	27.3	23.4	85.7
Restsubstanz	2.2	7.0	8.6	7.5	87.2
Kalorien	2010	225.7	2238.0	471.9	21.1

Die Zufuhr von Versuchsperson L. war:

	Brot	Mehl	Spelzmehl	N im Mehl	N Spelzmehl	Summe
25. VII.	440	293	32.5	3.81	0.13	3.9
26. VII.	878	585	64.9	7.61	0.25	7.9
27. VII.	833	555	61.6	7.22	0.24	7.5
28. VII.	600	400	44.4	5.20	0.17	5.4
Mittel	688	458	50.8	—	—	6.2

Die Gesamtnahrungszufuhr war:

	Mehl g	Spelz- mehl g	Fett g	Zucker g	Mehl Kal.	Spelz- mehl Kal.	Fett Kal.	Zucker Kal.	Summe Kal.
25. VII.	293	32	38 B.	51	1065	117	295	204	1681
26. VII.	585	65	52 B.	51	2128	238	404	204	2974
27. VII.	555	62	45	51	2019	227	427	204	2877
28. VII.	466	44	50	51	1715	121	475	204	2515
Mittel	—	—	—	—	1729	176	—	—	2512

Die Ausscheidungen waren folgende pro Tag:

	Kot frisch	Kot trocken	Harn N	Kot N	Gesamt-N	Bilanz
25. VII.	—	—	3.8	2.5	6.3	- 2.4
26. VII.	249	69	3.3	2.5	5.8	- 2.1
27. VII.	202	50	—	—	—	—
28. VII.	350	77	6.1	2.5	8.6	- 1.1
Mittel	244	54	2.4	2.5	4.9	+ 0.5

Einnahmen und Ausgaben, Versuchsreihe II, Person L. pro Tag:

	Mehl g	Spelzmehl(5) g	Summe g	Kot g	Verlust Prozent
Trockensubstanz	391.0	46.5	438.9	70.9	16.1
Asche	6.7	3.8	10.5	7.0	66.9
Organisches	384.3	42.7	428.4	63.9	14.9
N	6.0	0.2	6.2	2.5	39.9
Stärke	286.0	9.2	295.2	7.8	2.6
Pentosan	17.8	15.1	32.9	13.7	41.6
Rohfaser	8.3	19.1	27.4	19.1	69.6
Zellmembran	11.8 mit 3.4 Pent.	34.4 mit 12.5 Pent.	46.2 mit 15.9 (76.2)	31.9 mit 12.12	69.0
Zellulose	6.5	16.1	22.6	15.00	66.3
Restsubstanz	1.9	5.8	7.7	4.8	62.3
Kalorien	1732	176	1908	325.3	17.0

Versuchsreihe III.

Mischmehl mit Spelzmehl Nr. 6 der feinen Sorte gemischt. Es wird durch Absieben gewonnen und enthält zweifellos andere Formbestandteile wie das gröbere Mehl, auch der stark bittere Geschmack weist darauf hin, daß nicht nur physikalische Unterschiede der Verteilung vorliegen.

Versuchsperson G.

11128 g Brot = 7200 Mehl + 800 g Spelzmehl (fein). 1 g Brot = 0.647 g Mehl und 0.072 Spelzmehl.

Daraus ergibt sich folgende Zufuhr:

	Brot	Mehl	Spelzmehl fein	N im Mehl	N im Spelzmehl	Summe
1. VIII.	1327	858	95.9	11.2	0.64	11.8
2. VIII.	762	493	57.0	6.43	0.38	6.8
3. VIII.	864	559	62.2	7.29	0.42	7.7
4. VIII.	740	479	53.3	6.25	0.36	6.6
Mittel	923	597	67.1	—	—	8.2

Die Nahrungsmengen im ganzen ergaben sich wie folgt:

	Mehl g	Spelzmehl g	Fett g	Mehl Kal.	Spelzmehl Kal.	Fett Kal.	Summe Kal.
1. VIII.	858	95.9	48	3120	360.6	456	3927
2. VIII.	493	57.0	40 B.	1812	214.4	312	2338
3. VIII.	559	62.2	45	2033	233.9	427	2694
4. VIII.	479	53.3	45	1763	197.0	427	2387
Mittel	—	+ Butter	—	2182	251	—	2838

Die Ausscheidungen waren folgende pro Tag:

	Kot frisch	Kot trocken	Harn N	Kot N	Gesamt-N	Bilanz
1. VIII.	120	31	13.70	3.42	17.1	- 5.3
2. VIII.	430	112	8.43	3.42	11.9	- 5.0
3. VIII.	327	88	7.65	3.42	11.1	- 3.4
4. VIII.	277	79	6.44	3.42	9.9	- 3.3
5. VIII.	240	77	—	—	—	—

Einnahmen und Ausgaben. Versuchsreihe III, Person G.

	Mehl g	Spelzmehl g	Summe g	Kot g	Verlust Proz.
Trockensubstanz	515.5	60.5	576.0	93.2	16.3
Asche	8.7	5.7	14.4	10.0	69.8
Organisches . . .	506.8	54.8	561.6	83.2	14.9
N	7.8	0.4	8.2	3.2	38.5
Stärke	372.1	9.6	381.7	11.9	3.1
Pentosan	23.2	17.6	40.8	17.9	44.0
Rohfaser	10.9	23.2	34.1	23.2	68.1
Zellmembran . . .	15.4	40.0	55.4	36.8	66.4
	mit 4.4 P.	mit 14.7 P.	mit 19.1 P.	mit 12.7 P.	
Zellulose	8.5	19.3	27.8	17.7	63.6
Restsubstanz . . .	2.5	6.0	8.5	6.4	75.3
Kalorien	2182.9	251.1	2434	429.7	17.7

Versuchsperson L.

Die Zufuhr war:

	Brot	Mehl	Spelzmehl	N im Mehl	N im Spelzmehl	Summe N
1. VIII.	865	561	62.2	7.29	0.42	7.7
2. VIII.	735	476	52.9	6.19	0.35	6.5
3. VIII.	935	504	67.3	7.85	0.45	8.3
4. VIII.	720	465	51.8	6.05	0.35	6.4
Mittel	814	527	58.5	—	—	7.2

Die Gesamteinnahmen ergeben sich wie folgt.

	Mehl g	Spelzmehl g	Fett g	Mehl Kal.	Spelzmehl Kal.	Fett Kal.	Summe Kal.
1. VIII.	561	62	45	2041	233	427	2701
2. VIII.	476	53	40 B.	1752	196	312	2260
3. VIII.	504	67	40 B.	2197	252	312	2761
4. VIII.	465	52	60	1711	174	450	2335
Mittel	—	—	—	1925	214	—	2539

Die Ausscheidungen waren pro Tag:

	Kot frisch	Kot trocken	Harn N	Kot N	Gesamt-N	Bilanz
1. VIII.	—	—	2.40	2.70	5.1	+ 2.6
2. VIII.	455	110	2.29	2.70	5.0	+ 1.5
3. VIII.	305	85	6.43	2.70	9.1	- 0.8
4. VIII.	232	44	5.98	2.70	8.7	- 2.3
5. VIII.	310	80				

Einnahmen und Ausgaben, Versuchsreihe III, Person L.

	Mehl g	Spelzmehl g	Summe g	Kot g	Verlust Proz.
Trockensubstanz .	450.1	53.2	503.2	71.5	14.2
Asche	7.7	5.0	12.7	7.1	56.4
Organisches . . .	442.4	48.2	490.6	64.6	13.2
N	6.9	0.4	7.3	2.7	37.1
Stärke	328.0	8.4	336.0	7.8	2.3
Pentosan	20.4	15.5	35.9	13.3	36.9
Rohfaser	9.1	20.4	29.9	17.2	57.3
Zellmembran . . .	13.6	34.8	48.4	31.8	65.7
	mit 3.9 P.	mit 12.7 P.	mit 16.6 P.	mit 11.0 P.	
Zellulose	7.5	16.8	24.3	13.5	55.5
Restsubstanz . . .	2.1	5.3	7.4	7.3	100.0
Kalorien	1925.1	214.1	2139.0	338.0	15.8

Versuchsreihe IV.

Mischmehl mit einer Mischung beider Spelzmehle und Zusatz von Eiweißlösung. Von 100 Teilen Gesamt-N treffen auf Mehl 69.9, auf Spelzmehl 2.9, auf Eiweiß 27.2 Prozent.

Versuchsperson G.

11754 g Brot = 7200 Mischmehl + 800 Spelzmehl (grobes und feines zu gleichen Teilen) + 2500 Eiweißlösung. 1 g Brot = 0.613 Mehl = 0.068 Spelzmehl + 0.213 Eiweißlösung mit 0.019 Trockensubstanz = 0.0031 g N. (1 ccm = 0.091 Trockensubst. und 14.42 mg N).

Daraus ergibt sich folgende Zufuhr:

	Brot	Mehl	Spelzmehl	Eiweiß trocken	N im Mehl	N im Spelzm.	N im Eiweiß	Summe
8. VIII.	1233	756	79.0	24.2	9.86	0.42	3.8	14.1
9. VIII.	703	431	47.7	13.3	5.62	0.25	2.1	7.9
10. VIII.	608	373	41.3	11.5	4.86	0.22	1.9	6.9
11. VIII.	920	569	63.1	17.6	7.41	0.33	2.9	10.6
Mittel	866	532	57.8	18.5	—	—	—	9.9

Die Nahrungsmengen im ganzen ergaben sich wie folgt:

	Mehl g	Spelz- mehl g	Ei- weiß g	Fett g	Mehl Kal.	Spelz- mehl Kal.	Eiweiß Kal.	Fett Kal.	Summe Kal.
8. VIII.	756	79	24	70	2750	293	99	655	3797
9. VIII.	431	48	13	70 B.	1588	178	54	545	2365
10. VIII.	373	41	11	45	1355	152	49	427	1983
11. VIII.	569	63	18	45	2070	237	75	427	3009
Mittel	—	—	—	—	1941	215	—	—	2788

Die Ausscheidungen waren folgende pro Tag:

	Kot frisch	Kot trocken	Harn N	Kot N	Gesamt-N	Bilanz
8. VIII.	254	76	13.43	2.32	15.8	-1.7
9. VIII.	218	64	6.78	2.32	9.1	-0.8
10. VIII.	129	47	6.30	2.32	8.6	-1.7
11. VIII.	450	103	6.43	2.32	8.8	+1.8
12. VIII.	?	29	—	—	—	—

Einnahmen und Ausgaben, Versuchsreihe IV, Person G.

	Mehl g	Spelzmehl g	Eiweiß g	Summe g	Kot g	Verlust Prozent
Trockensubstanz	454.8	54.1	21.4	530.3	69.5	13.1
Asche	7.8	4.7	4.9	17.4	8.4	48.3
Organisches	447.0	39.4	16.5	512.9	61.1	11.9
N	6.9	0.3	2.4	9.7	2.3	24.1
Stärke	331.4	9.6	—	341.0	7.6	2.2
Pentosan	206.0	16.7	—	37.3	13.5	36.0
Rohfaser	9.7	21.5	—	31.2	16.9	54.3
Zellmembran	13.7	36.7	—	50.4	34.3	67.7
Zellulose	und 3.9 P. mit 13.8 P.	mit 13.8 P.	—	mit 17.2 P.	mit 13.0 P.	—
Restsubstanz	7.6	17.5	—	25.1	13.7	54.6
Kalorien	2.2	5.9	—	8.1	7.6	93.9
	1941	215	63.4	2220.0	319.7	14.4

Versuchsperson L.

Die Nahrungszufuhr war folgende:

	Brot	Mehl	Spelz- mehl	Eiweiß trocken	N im Mehl	N im Spelzm.	N im Eiweiß	Summe
8. VIII.	572	351	38.9	10.9	4.56	0.21	1.77	6.51
9. VIII.	772	474	52.5	14.7	6.16	1.28	2.39	9.81
10. VIII.	978	599	66.5	18.6	7.80	0.35	3.03	11.2
11. VIII.	900	552	61.2	17.1	7.18	0.33	2.79	10.3
Mittel	806	494	54.8	—	42.00	—	—	9.5

Daraus ergaben sich folgende Zufuhren:

	Mehl g	Spelz- mehl g	Ei- weiß g	Fett g	Mehl Kal.	Spelz- mehl Kal.	Eiweiß Kal.	Fett Kal.	Summe Kal.
8. VIII.	351	38.9	10.9	70	1275	144	46	655	2120
9. VIII.	474	52.5	14.7	70 B.	1743	195	62	545	2545
10. VIII.	599	66.5	18.6	45	2178	247	79	427	2931
11. VIII.	552	61.2	17.1	45	2007	227	72	427	2733
Mittel	—	—	—	—	1801	203	—	—	2582

Die Ausscheidungen waren folgende:

	Kot frisch	Kot trocken	Harn N	Kot N	Gesamt-N	Bilanz
8. VIII.	177	42	4.64	3.40	8.0	-1.5
9. VIII.	223	57	3.45 ¹	3.40	6.9	-2.9 ¹
10. VIII.	255	92	1.76 ¹	3.40	6.2	-5.0 ¹
11. VIII.	?	235.4	2.23 ¹	3.40	5.6	-4.7 ¹

Einnahmen und Ausgaben der Versuchsreihe IV, Person L.

	Mehl g	Spelzmehl g	Eiweiß g	Summe g	Kot g	Verlust Prozent
Trockensubstanz	448.1	52.9	21.3	522.3	81.6	16.3
Asche	7.6	4.6	4.9	17.1	8.6	70.2
Organisch	440.5	48.3	16.4	505.2	73.0	14.9
N	6.8	0.3	2.3	9.4	3.4	35.8
Stärke	326.6	9.4	—	336.0	6.0	2.1
Pentosan	20.3	16.3	—	36.6	12.8	34.8
Rohfaser	9.5	21.0	—	30.5	22.5	73.6
Zellmembran	12.8	34.8	—	47.6 mit mit 3.6 P.	41.2 mit 13.0 P.	87.3
Zellulose	7.0	16.54	—	23.5	14.0	59.5
Restsubstanz	2.2	6.1	—	8.3	—	—
Kalorien	1801	203	60.0	2065	385.2	18.7

III.

Auf Grund der vorliegenden Versuche läßt sich über die Ausnützung und sonstigen Stoffwechselfragen folgendes sagen:

Ein Vergleich über die Ausnutzungsgröße kann sich nicht auf den Vergleich der eingeführten und verausgabten Trockenmengen stützen, auch die bloße Vergleichung der organischen Substanz, wenn auch schon zu-

¹ Harn verloren gegangen?

treffender, gibt noch kein ganz entscheidendes Resultat. Das sicherste Ergebnis erhalten wir durch Berechnung der Kalorienzufuhr und -ausfuhr.

Bei solchen Vergleichen bleibt der Grund der ungleichen Ausnützung vorläufig unentschieden. Ihn festzustellen, wird die Aufgabe weiterer Betrachtung sein. Vergleiche mit den Ergebnissen an anderen Versuchspersonen werden stets mit Vorsicht aufzunehmen sein, man beachtet bisher zu wenig, daß es zweifellos nicht gleichgültig sein wird, ob eine Person in der Versuchsnahrung im Verhältnis zu ihrem Bedarf wenig oder viel aufgenommen hat. Der Stoffwechselanteil des Kotes ist immer vorhanden, auch wenn gar keine Nahrung genossen wird. Auch ist es sicher, daß manchmal durch ein Nahrungsmittel so reichlich Verdauungssäfte angeregt werden, daß die Resorption eines zweiten, wie sie Einer von uns (R.) vielfach beobachtet hat, gewissermaßen so nebenbei besorgt wird. Vergleiche können zwischen den Ergebnissen verschiedener Beobachter also nur dann zulässig sein, wenn die Versuchsbedingungen vollkommen analog sind. Wir machen darauf besonders aufmerksam, weil auf dieses Verhältnis auch in der Neuzeit kein Gewicht gelegt wird. Auch die literarischen Zusammenstellungen über die „Ausnützung“ der Nahrungsmittel, wie sie bei König gegeben sind, sind in der dort gegebenen Form unverwendbar zu Mittelzahlen, weil sie die näheren Bedingungen und Ungleichheiten der verschiedenen Versuche gar nicht zum Ausdruck bringen.

Will man nun das Gesamtergebnis der Kalorienverluste auf Grund der Kalorienzufuhr vergleichen, so kann man die Gesamtkalorien der einzelnen Reihen nicht verwenden, da neben Brot noch Fett und Zucker, letzterer aber nur in einzelnen Reihen benutzt wurde. Fett wird nach früheren Versuchen Rubners bekanntlich bei kleinen Mengen völlig aufgenommen, wie auch der Zucker, läßt man die beiden von der Berechnung weg, so hat man:

	Kalorienzufuhr an Brot und Spelzmehl	Kalorien des Kotes	% - Verlust	
G. . . .	2356	339	14.4	13.8
L. . . .	2317	306	13.2	
G. . . .	2238	472	21.1	19.1
L. . . .	1908	325	17.0	
G. . . .	2434	430	17.6	16.7
L. . . .	2135	338	15.8	
G. . . .	2120	320	14.4	16.5
L. . . .	2065	385	18.7	

Ein Nahrungsmittel, welches einen Energieverlust von 13 bis 14 Prozent aufweist, gehört bereits zu den schlecht ausnützbaren, so steht es mit dem

Brot in obiger Reihe. Alle weiteren Kombinationen mit dem Spelzmehl steigern den Verlust beträchtlich, obschon nur 10 Prozent an Spelzmehl als Zusatz verwendet worden war. Es ist ein Unterschied zwischen dem Verlust bei größerem Spelzmehl, der etwas größer ist und jenem des feinen Mehles, das etwas besser ausgenützt wird. Das Mischmehl steht in der Mitte zwischen dem feinen und groben Spelzmehl.

Setzt man zu einem gut resorbierbaren Nahrungsmittel ein Material, das schlecht ausnützbare ist, so kann durch Reizung des Darmes eine Verminderung der Resorption sonst gut resorbierbarer Anteile der Kost eintreten, oder es kann eine Vermehrung der Darmsekretion mit Mehrung von Stoffwechselprodukten eintreten. Die älteren Untersuchungen und viele der neuesten Zeit beachten zum Teil diese wichtige Fragestellung überhaupt nicht. Auch hat man bisher außer in den vorangehenden Experimenten des Einen von uns (R.) eine Scheidung zwischen sekundärer Verschlechterung der Ausnützung gut resorbierbarer Teile und Vermehrung der Stoffwechselprodukte nie erwogen, weil die Methoden zu einer solchen Klärung fehlten.

Der Eine von uns (R.) hat schon mehrfach darauf verwiesen, daß die Verschlechterung der Ausnützung gut resorbierbarer Teile durch fremde, schwer resorbierbare Zusätze durchaus nicht so häufig ist, als man auf Grund der Versuche von Franz Hofmann angenommen hatte. Besonders in den Versuchen am Hunde wurde gezeigt, daß nur selten eine Mehrung der Stoffwechselprodukte durch beigegebene Zellmembranen veranlaßt wird; immerhin kann dieser Fall eintreten¹, wie z. B. bei der Hefe und dem Holzmehl usw. Nach Versuchen, die von anderer Seite angestellt wurden, bedingt die schlechte Zubereitung, wie sie das Hindhedebrot z. B. zeigt, eine Verschlechterung der Ausnützung von anderen Nahrungszusätzen.

Die Beantwortung der gestellten Fragen läßt sich für das Spelzmehl ganz präzis durchführen. Zuerst mag die Menge der Stoffwechselprodukte im Kot für die einzelnen Versuchsreihen festgestellt werden. Man könnte den Weg einschlagen und von dem Kote alle Substanzen in Abzug bringen, welche als Reste der Nahrungsmittel nachgewiesen sind.

Einwandfreier ist folgender Weg, der auf der Berechnung der Kalorien beruht, welche in den festen Ausscheidungen verbleiben, wenn man die Wärmewerte der von der Nahrung herrührenden Teile abzieht.

Von den Kalorien gehen ab:

1. die Kalorien der Zellmembran (1 g = 4.0 nach Versuchen am Hunde),
2. die Kal. der entleerten direkt bestimmten Stärke (1 g = 4.18 Kal.),
3. die Kal. der gelösten im Kot enthaltenen Pentosane (1 g = 3.9).

¹ S. dieses Archiv. 1915. Physiol. Abtlg.

Andere, von der Nahrung herrührende Reste sind nicht anzunehmen. Zucker war nur in einzelnen Fällen gegeben, das Kottfett ist aber gleichmäßig in nur geringen Mengen vorhanden und rührt in analogen Fällen gar nicht von der Fettzufuhr her. Nur das unresorbierbare Eiweiß wäre noch zu berücksichtigen gewesen, doch war dieser Anteil klein und verteilt sich gleichmäßig auf alle 4 Reihen.

Es ergibt sich folgendes:

	Kot organ.		in Zell- membran g	Stärke g	Pentosan g	Zell- membran Kal.	Stärke Kal.	Pentosan Kal.	Summe	Rest für Stoffwechsel- bestandteile
	g	Kal.								
Mischmehl										
G.	62.8	339.2	15.4	5.1	2.7	61.6	21.4	10.5	93.5	246.0
L.	59.5	306.5	16.6	11.9	2.6	66.4	50.3	10.1	126.4	180.1
Zusatz groben Spelzmehls										
G.	91.5	471.9	51.1	7.9	1.5	204.4	33.2	5.8	243.4	229.1
L.	63.9	325.3	31.9	7.8	1.6	127.6	32.8	5.9	166.3	159
Zusatz feinen Spelzmehls										
G.	83.2	429.7	36.8	11.9	5.2	147.2	50.0	20.2	217.4	212
L.	64.4	338.0	31.8	7.8	2.2	127.2	32.8	8.5	168.5	170
Mischung beider										
G.	61.1	319.7	34.3	7.6	0.5	137.2	31.9	1.9	171.0	148
L.	73.0	385.2	41.2	6.0	0	164.8	25.2	0	189.0	196

Die Mittelwerte für die Stoffwechselprodukte sind:

bei Mischmehlbrot	213
bei Zusatz von grobem Spelzmehl	194
„ „ „ feinem „	191
„ „ „ gemischtem „	173

Setzt man die Stoffwechselprodukte in rechnerische Beziehung zu den Kalorien im zugeführten Mehl und berechnet den prozentigen Verlust, so hat man:

	Zufuhr von Mehl in Kal. pro Tag	Stoffwechselprodukte des Kotes in Kal.	%-Ver- lust
Mischmehl	2335	213	9.5
Zusatz von grobem Spelzmehl . .	1871	194	10.3
Zusatz von feinem Spelzmehl . .	2053	191	9.3
Zusatz von gemischtem Spelzmehl	1870	173	9.2

Bis auf den zweiten Versuch, der um 1 Prozent höheren Wert zeigt, stimmen die übrigen sehr genau überein.

Das Spelzmehl hat also nur dort, wo es als gröberes Mehl angewandt wurde, vielleicht die geringe Steigerung der Stoffwechselprodukte hervorgerufen. Beim Hunde dagegen hat sich ein die Stoffwechselprodukte steigernder Einfluß wohl erkennen lassen. Die Ursache dieser Verschiedenheit liegt darin, daß der Hund relativ mehr von den Spelzen erhalten hatte, als die zu den Versuchen dienenden Menschen. Die Ausnützung des Mischbrottes ist nicht verändert worden.

Die Stoffwechselprodukte sind in allen 4 Versuchsreihen, in denen ja das Brot schließlich die bestimmende Nahrung war, reich gewesen. Daher wird es notwendig sein, in Kürze auf dieses Mischbrot aus Roggen, Mais und Kartoffelmehl einzugehen.

Bei feinem Weizenmehl betrug der Verlust durch Stoffwechselprodukte Mittel für Person Th. und K. 3.2 Prozent der Kal. der Zufuhr für dekortiziertes Vollkornweizenmehl 7.3 „ „ „ „ „ für dieses Roggenbrot beträgt das Mittel 9.5 „ „ „ „ „

Von dem Gesamtverlust im Kot sind 66.1 Prozent Stoffwechselprodukte = 33.9 Prozent Unverdauliches, was mit dem Ergebnis an Vollkornweizen 65.6 Prozent Stoffwechselprodukte = 34.4 Prozent Unverdauliches — zufällig oder ursächlich —, darüber läßt sich vorläufig nichts entscheiden — gut übereinstimmt. Wir können uns auch noch kein Bild davon machen; daß es sich dabei weniger um ein mechanisches Moment als vielleicht um Einwirkung bestimmter Substanzen auf den Darm handelt, geht schon daraus hervor, daß die Zulage von 10 Prozent Spelzmehl eine Mehrung der Stoffwechselprodukte nicht herbeigeführt hat. Ebenso ist nicht zu entscheiden, ob die Mehlmischung oder der Sauerteig die geringe Steigerung gegenüber dem Vollkornweizenbrot herbeiführt. Jedenfalls ist diese Art Kriegsbrot nichts weniger als ökonomisch.

Wieviel von dem Spelzmehl aufgelöst wird, läßt sich mit einiger Annäherung sagen:

Bei dem gröberem Mehl wurden verfüttert	
bei G. 225 Kal., im Kot waren vom Spelzmehl	204.4 Kal.
bei L. 176 „ „ „ „ „ „ „	127.6 „
Mittel 200 Kal.	166 Kal.
= 83% Verlust + 17% verdaulich	
Bei feinem Spelzmehl wurden verfüttert	
bei G. 251.4 Kal., im Kot waren vom Spelzmehl	147.2 Kal.
bei L. 213.7 „ „ „ „ „ „ „	127.2 „
Mittel 232.5 Kal.	142.2 Kal.
= 58% Verlust + 42% verdaut	

Die absolute Menge an aufgeschlossenen Kalorien aus Spelzmehl war bei Versuch II 72 pro Tag
III 90 pro Tag
Davon geht noch ab bei II 6 Kal. f. Pentosane, die noch in Lösung waren = 66 Kal. als Nutzeffekt,
bei III 14 Kal. f. Pentosane, die noch in Lösung waren = 76 Kal. als Nutzeffekt.

Da es sich dabei auch noch um Gärungsvorgänge gehandelt haben wird, mit Verlust an flüchtigen Stoffen und niederen Fettsäuren, so wird der wahre Nutzeffekt noch viel kleiner gewesen sein. So wie so kommt ein derartiger Gewinn bei einem täglichen Umsatz von 2500 Kal. überhaupt nicht in Frage, ganz abgesehen von den sonstigen Nebenwirkungen, die schon erwähnt sind.

Die Ausnützung der Zellmembran und ihrer Bestandteile war folgende. Verlust in Prozent:

	Zellmembran	Pentosan in Z.	Zellulose	Restsubstanz
Brot				
Person G. . . .	85.5	100	61.7	65.5
Person L. . . .	95.9	92.0	96.7	100.0
Mittel	90.7	96.0	79.2	82.7
Brot mit grobem Spelzmehl				
Person G. . . .	89.9	100.0	85.7	87.2
Person L. . . .	69.0	76.2	66.3	62.3
Mittel	79.4	88.1	76.0	74.7
Brot mit feinem Spelzmehl				
Person G. . . .	66.4	66.5	63.6	75.3
Person L. . . .	65.7	66.1	55.5	100.0
Mittel	66.0	66.3	59.5	87.5
Brot mit gemischtem Spelzmehl				
Person G. . . .	67.7	75.6	54.6	93.9
Person L. . . .	87.3	82.2	59.5	—
Mittel	77.5	78.9	57.1	—

Ist die Ausnützung auch innerhalb einiger Grenzen schwankend, wie das gerade auf dem Gebiete der Zellmembranlösung die Regel zu sein scheint, so läßt sich doch erkennen, daß die Spelzzellmembran nicht schlechter, eher etwas besser ausgenutzt wird, als die Gemische der Zellmembran des Brotes aus Mischmehl. Man darf für diesen Zweck das Mittel aus allen Ergebnissen der Spelzversuche dem Brote gegenüberstellen.

	Zellmembran	Pentosan in Zellmembran	Zellulose
Verlust bei Brot . . .	90.7	96.0	79.2
Mittel für Spelzmehl ¹ .	75.1	78.0	62.4

Das Spelzmehl steht aber wieder in der Ausnützung hinter der reinen Kleie eines Brotes mit hoher, aber nicht vollständiger Ausmahlung zurück.

Ein Vergleich des prozentigen Verlustes derselben Spelzpräparate zwischen Mensch und Hund ergibt folgendes:

	Feines Spelzmehl		Grobes Spelzmehl	
	Mensch	Hund	Mensch	Hund
Zellmembran	66.0	61.9	79.4	85.5
Zellulose	59.5	73.5	76.0	83.5
Pentosan in Zellmembran	66.1	63.5	88.1	85.5
Lignine usw.	59.5	21.0	74.7	85.5

Im ganzen sind also die Unterschiede in der Verdaulichkeit nicht erheblich, nur unter den Ligninsubstanzen war bei Hund bei feinem Spelzmehl die Resorption erheblich besser als die der anderen Zellbestandteile. Offenbar handelt es sich bei dem Spelzmehl, wie das a. a. O. schon im Vergleich mit der Weizenkleie gezeigt worden ist, um weit schwerer angreifbares Material, das auch der menschliche Darm wenig gut verwertet. Zum Teil beruht das auf dem höheren Zellulosegehalt des Spelzmehles. Im übrigen zeigt die Ausnützung der Zellbestandteile viel Unregelmäßigkeiten, wie das so häufig zu finden ist. Die Mittel der Auflösung stehen dem Körper nicht in dem Maße zur Verfügung, wie hinsichtlich jener Prozesse, die rein fermentativer Natur verlaufen. Die Rohfaserbestimmungen decken sich weder mit der Gesamtausnützung der Zellmembranen völlig, noch mit der Zellulosebestimmung, doch geben sie entsprechend ihrer Qualität als unreine Zellulose beim Vergleich mit dieser die Richtung der Veränderung der Zelluloseausnützung genähert an:

		Der Verlust an Rohfaser	Mittel	Zellulose Verlust
Reihe I.	Person G.	91.2	92.8	79.2
	L.	94.3		
" II.	" G.	92.1	80.9	76.0
	L.	69.7		
" III.	" G.	68.1	62.7	54.6
	L.	57.3		
" IV.	" G.	54.3	63.9	57.1
	L.	73.6		

¹ Das Mittel ist gebildet aus Versuch II und III, dann dieser Wert mit IV kombiniert.

Der starke Abfall der Rohfaserzahlen in Versuch III hängt von der Zerkleinerung des Materials ab, das leichter beim Kochen mit Säuren und Alkali aufgelöst wird. Die Rohfaserbestimmungen geben wohl einige Anhaltspunkte hinsichtlich der Verdaulichkeit bei Produkten derselben Art, aber keinen Fingerzeig für die genauen Vorgänge, besonders nicht bei Material verschiedener Herkunft.

Den N-Verlust kann man nicht unmittelbar erfahren, wenn man Einnahmen und Ausgaben gegenüberstellt, weil ja auch hier zwischen Stoffwechselprodukten und Unresorbierten geschieden werden muß. Für die Stoffwechselprodukte fand der Eine von uns (R.) bei reichlicher Stärkekost rund 1.3 g N pro Tag in früheren Versuchen. Die vorliegenden Versuchsreihen gestatten eine Nachprüfung dieser Fragen.

Gerade bei Zellmembranen, wie sie im Brote vorkommen, haftet der unverdaute N fest an der Zellmembran — man kann ihn daher bei der Analyse der letzteren direkt bestimmen und erhält gute Anhaltspunkte für den wahren Eiweißverlust.

Mittelwerte.

	Ein- nahme an N	Aus- scheidung im Kot	Verlust an Nahrungs-N im Kot	Rest für Stoffwechsel- produkte	Verlust an Nahrungs-N in Prozenten
Mischmehlbrot . . .	8.35	3.6	2.12	1.48	25.3
Mit größerem Spelzmehl	6.8	2.75	1.64	1.11	24.1
Feineres Spelzmehl . .	7.75	2.95	1.54	1.41	19.9
Gemischtes Spelzmehl .	9.55	2.85	1.72	1.13	18.0

Der N-Verlust ist also besonders bei dem Mischmehlbrot groß, bei Versuch mit feinerem Spelzmehl ist der auf Stoffwechselprodukte fallende Anteil etwas größer, der Verlustanteil an Nahrungs-N kleiner, Versuch IV mit gemischtem Spelzmehl scheidet aus, da hier auch Eiweiß in geringen Mengen zugelegt war, was natürlich den Nutzeffekt steigert. Der auf die Stoffwechselprodukte im allgemeinen treffende Anteil zeigt Schwankungen, die bei der Kleinheit der Zahlen wahrscheinlich auf wechselnder Auflösung des N bei der Reinigung der Zellmembranen begründet sein können, in absolutem Wert sind die Differenzen gering. Im Mittel beträgt der N-Stoffwechselverlust 1.3 g, eine Zahl, die, wie oben angegeben, bei reichlicher Ernährung mit N-freier Pflanzenkost schon früher gefunden wurde.

Was die Resorption der Pentosen bzw. der Pentosane anlangt, so liegt ein prinzipieller Unterschied einzelner Verbindungen vor. Es wurde schon früher darauf hingewiesen, daß im Getreidekorn ein ganz erheblicher Anteil

der Pentosane in der Zellmembran enthalten ist, und da diese schwer resorbierbar sein kann, werden auch diese Pentosane in großer Menge mit den Zellhüllen abgehen. Es gibt aber viele Pflanzen, in denen das Pentosan in ganz überwiegendem Maße überhaupt in der Zellmembran enthalten ist.

Auch ist hervorzuheben, daß man bei der Darstellung des Stärkemehles aus dem Getreide Pentosen in großer Menge in der schlammigen Schicht findet, die über dem ausfallenden und fest sich zusammenschließenden Stärkemehl steht.

Die Pentosane von Zellhüllen werden manchmal wohl erst im Dickdarm herausgelöst und bleiben dann unresorbiert dort liegen. Über die Gesamtpentosanverluste entscheidet bei Brot also die Verdauung der Zellmembran vor allem. Es hat Interesse, hier für die Pentosane der Zellmembran und für die nicht in der Zellmembran enthaltenen die Verluste zu berechnen.

	Gesamtverlust an Pentosan Prozent	Freies Pentosan ¹ Prozent Verlust	Zellmembran Pentosan Prozent Verlust	Verlust an Stärkemehl Prozent
Reihe I. G.	33.6	14.1	100	1.3
L.	31.6	13.6	92	3.0
„ II. G.	54.8	9.3	100	3.7
L.	41.6	11.1	76	2.6
„ III. G.	44.0	27.6	66	3.1
L.	36.9	13.3	66	2.3
„ IV. G.	36.0	2.9	76	2.2
L.	34.8	0	82	2.1

Der Unterschied in der Resorption ist außerordentlich groß. Gewisse Differenzen können für die freien Pentosen dadurch in der Berechnung entstanden sein, daß man ja nicht sicher weiß, außer in den Fällen, in denen von den Zellmembranpentosanen überhaupt nichts resorbiert ist, ob nicht die freien Pentosane des Kots liegengebliebene Anteile gelöster Zellmembranpentosane sind. Jedenfalls ist die Resorbierbarkeit für die freien sehr bedeutend, aber doch weniger gut als die Resorbierbarkeit der Stärke.

Von dem Getreidekorn wurden durch diese und die bereits früher mitgeteilten Versuche nachgewiesen, daß die verschiedenen Zellmembranen, welche sich an seinem Aufbau beteiligen, sehr ungleiche Verdaulichkeit besitzen. Nicht günstig resorbierbar sind zweifellos die Fruchtschalen, die in

¹ Die resorbierten Pentosane machten pro Tag 15 bis 16 g aus.

ihrer Zusammensetzung mit ihrem hohen Pentosangehalt an die inneren Schichten, an die Samenschalen der Kleberschicht erinnern. Diese selbst gehört zweifellos, wenn man über die Brotfrucht im Vergleich hinausgreifen will, zu den Zellmembranen recht mäßiger Verdaulichkeit. Recht gut resorbierbar ist dagegen die Zellmembran des Mehlkerns. Die Spelzen, die Träger der Körner; haben, wie diese Untersuchungen ergeben, ein ungünstiges Resorptionsverhältnis, weit ungünstiger als die eigentliche Kleie und sind wohl der Strohmasse nahestehend. Auch ihre chemische Zusammensetzung stellt sie dieser offenbar nahe. Der höhere Zellulosegehalt ist an sich nach dieser Richtung bemerkenswert. Von den Produkten, welche sich isolieren lassen, fehlt jetzt nur noch der Embryo, über dessen Bedeutung als Nahrungsstoff und Resorptionsfähigkeit eine der nächst folgenden Abhandlungen nähere Auskunft gibt.

Über die Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Keime einiger Zerealien.

Von

Geheimrat **Max Rubner.**

In neuerer Zeit hat man Verfahren gefunden, welche gestatten, durch besondere Art der Vermahlung den Keimling mit etwas beigemengten Hülsen bei Mais, aber auch bei Roggen und Weizen abzuschneiden. Es gelingt aber zurzeit nicht, bei allen Körnerfrüchten diese Scheidung durchzuführen, da die Einbettung der Keimlinge in das Korn nicht überall gleich günstig liegt. Es kommt ganz auf die Art der Technik an, inwieweit man den Keimling möglichst wenig verunreinigt, durch Hülsen oder Stärke abzutrennen vermag; je nach der Güte der Technik erhält man Material mehr oder minder reich an Kleie. Zweck der Entkeimung ist bisher die Ölgewinnung gewesen. Das Keimlingsmehl ist so reich an Fett, daß man dies schon durch Pressen erhalten kann, auch die Extraktion mit fettlösenden Mitteln ist in die Technik eingeführt. Je frischer die Körnerfrüchte entfettet werden, um so fettsäurefreier sind die Fette, aus denen dann durch Beseitigung der Fettsäuren völlig neutral reagierende Öle hergestellt werden. Sie sind bei gewöhnlicher Temperatur flüssig und von gelber Farbe. Das Maisöl z. B. wurde seit Jahren auf italienische Rechnung in Deutschland hergestellt und wahrscheinlich im Heimatlande des Olivenöls zu dessen Streckung verwendet. Das Getreide wird durch die Entfettung haltbarer und besser schmeckend, weil das sonst allmählich eintretende Ranzigwerden des Keimlingfettes ausgeschlossen ist. Die Fettverwertung will ich hier nicht weiter behandeln, nur auf die entfetteten Keimlinge als Nahrungsmittel mag das Augenmerk gelenkt werden. Das Rohmaterial der Maiskeimlinge stellt ein weißliches gelbes Pulver dar, in dem man deutlich die Maisschalen mit bloßem Auge erkennen kann. Roggen- und Weizenkeimlinge sind ein braunes, flockiges Mehl ohne besonderen Geruch oder störenden Geschmack. Derartige Produkte sind seit einigen Jahren bekannt und auch in den Handel eingeführt