

Die Verwertung aufgeschlossenen Strohes für die Ernährung des Menschen.

Von

Geheimrat **Max Rubner.**

Mit Rücksicht auf die zahlreichen Methoden und Versuche der Strohaufschließung und die Bedeutung, welche diese Produkte für die Tierhaltung erlangt haben, schien es angemessen, die Verhältnisse auch beim Menschen einer Durchprüfung zu unterziehen. Dies um so mehr, als tatsächlich gleich bei der Propaganda im Winter 1916/17 für die Strohaufschließung mit Alkalien die Empfehlung, damit auch das Brot des Menschen zu strecken — um Nahrungsmittel für die Tierhaltung frei zu machen — auftauchte.

Das Ergebnis an Hunden zeigte mit Bestimmtheit, daß die aufgeschlossenen Präparate dieser Art heute in einer Weise hergestellt sein können, welche innerhalb der allerdings engen Grenzen der optimalen Resorptionsfähigkeit der Zellmembran eine Störung der normalen Verdauung nicht herbeiführen, wenigstens nicht in kurzer Zeit; wie eine langdauernde, monatelange Belastung des Darmes sich verhalten würde, steht dahin, bietet aber kein besonderes Interesse.

Die Versuche zeigten, daß man in der alkalischen Aufschließung kein Mittel besitzt, um für den einfacher gebauten Darm des Fleischfressers die gefütterte Zellmembran grundsätzlich so zu ändern, daß sie in erhöhtem Maße auflösbar würde, obschon der Darm des Hundes bestimmten Zellmembranen gegenüber eine solche Fähigkeit starker Auflösung besitzt.

Daß sich die Verhältnisse der Resorption aufgeschlossenen Strohes beim Menschen prinzipiell ganz anders gestalten sollten, wie beim Hunde, ist unwahrscheinlich, aber es läßt sich a priori der etwaige Grad einer Abweichung nicht voraussagen, zumal dieses auch von der Nahrungsart abhängt, in deren Verband die Verfütterung der Zellmembran erfolgt. Bestimmt zum Brotzusatz kann das Strohmehl quantitativ anders wirken, wie etwa im Fleisch. Immerhin ist folgendes sicher: Das aufgeschlossene Stroh hat manche Ähnlichkeit mit Spelzmehl, daher darf man auch ver-

muten, daß es sich in den Resorptionsverhältnissen beim Menschen diesem gleich oder sehr ähnlich verhält. Auch in allgemeiner Richtung wird der Wert des Strohmehls in Analogie zu dem Spelzmehl in die gleiche Formel zu bringen sein. Der Zusatz von Spelzmehl bedeutete eine vom Standpunkt des Stoffwechsels und der Nährstoffbeschaffung zwecklose Maßregel, die in diätetischer Hinsicht die Qualität des Brotes herabdrückte, in hygienischer Hinsicht beim Gesunden durch die Kotmasse und Gärung belästigt und den Kreis der Personen, die derartiges Brot ohne Schädigung für den Darm ertragen können, sehr einschränkt.

Da es sich aber bei der Aufschließung des Strohes um eine Maßregel handelt, von der man in manchen Kreisen ein die Brotversorgung umwälzendes Ereignis erwartet, so kann dieser Umstand vielleicht es rechtfertigen, beim Menschen eine solche besondere Prüfung vorzunehmen, obschon der Wert der Belehrung durch objektive Befunde bei der herrschenden Bewegung ziemlich gering einzuschätzen ist.

Für einen solchen Versuchszweck habe ich tunlichst optimale Verhältnisse gewählt, eine Mischung des aufgeschlossenen, Materials mit feinstem Weizenmehl, weil dabei die Aufnahme der aufgeschlossenen Zellmembranen nicht durch gleichzeitig verzehrte andere Zellmassen, wie sie im Kriegsbrot sind, gestört oder durch Überlastung des Darmes mit Unverdaulichem die Grenzen der günstigen Resorptionsfähigkeit überschritten wird.

Der Verwendung von halbverdaulichem Material wie Spelzen und Stroh, sind bestimmte diätetische Grenzen gezogen, die Brotqualität sinkt sehr rasch, selbst bei nur mäßigen Zusätzen, und höher wie auf 10 Prozent wird man schon aus diesen Gründen nicht gehen können, die Zähigkeit des Brotes nimmt zu, die Austrocknung wird begünstigt.

So verhielt es sich in der Tat auch für das Brot, das aus einer Mischung von 90 Teilen feinstem Weizenmehl mit 10 Prozent Strohmehl (bei 4 Atm. und 10 Prozent Natron aufgeschlossen) gemengt war. Das Brot wird durch den Zusatz bräunlich, etwa wie Brot aus voll ausgemahlenem Roggen, ferner verliert das Weizenbrot seinen guten würzigen Geruch, es hat keinen ausgeprägten Geschmack, auch nicht bei starkem Durchkauen. Gebacken war das Brot ausgezeichnet, gleichmäßig, feinblasig, zeigte aber auch eine übermäßige Härte beim Trocknen; die kleinen Brotteilchen lösen sich langsamer im Speichel, bleiben daher leicht an der hinteren Rachenwand lange hängen. Der Kot ist sehr massig, aber nicht allzu fest, Gasbildung stark. Der Kot ist von Gasblasen auf dem ganzen Durchschnitt durchsetzt. Nach diesem allgemeinen Urteil mögen die näheren Ergebnisse der Versuche berichtet werden. Ausgeführt wurde eine sechstägige Reihe an zwei Soldaten, die früheren Versuchspersonen waren einberufen, es

mußte daher ein Personalwechsel eintreten. Die beiden Leute M. und K. aßen nach Bedürfnis, d. h. freier Wahl; neben Brot erhielten sie kleine Mengen Zucker und Fett. Das Nähere enthält die Tabelle.

Woche. Strohbrod 4a. Münch.

Datum	Versuchstag	Körpergewicht kg	Nahrung				Brot frisch berechnet g	Harn		Kot		
			Brot g	Zucker g	Fett g	Milch Liter		ccm	N g	Zeit	frisch g	trocken g
5. VI.	1.	70.0	1352	—	—	—	1352.0	1380	7.6	—	—	—
6. "	2.	68.4	1145	35	34	1/8	1151.5	1200	9.5	10 ^h v.	220	75
7. "	3.	68.4	1150	5	34	1/8	1163.0	940	8.8	12 "	270	83
8. "	4.		1175	—	—	—	1187.9	1020	9.0	11 "	372	107
9. "	5.		1140	—	—	—	1153.4	1260	9.4	10 "	185	65
10. "	6.		1117	—	30	—	1128.7	880	9.1	2 n.	255	57
11. "	7.						7136.5	1620	9.6	11 v.	307	100
							pro Tag g					
							trocken =	734.3				

Woche. Strohbrod 4a. Kurgas.

5. VI.	1.	62.5	1060	50	80	—	1060.0	1880	8.3	—	—	—
6. "	2.	61.0	995	55	54	—	1006.7	2100	9.4	10 ^h 15 v.	295	123
7. "	3.	59.4	920	55	54	—	924.9	1340	7.4	9 "	235	120
8. "	4.		830	50	—	—	839.5	1660	7.1	9 "	310	125
9. "	5.		965	—	50	—	975.9	1200	7.6	9 "	210	50
10. "	6.		725	50	50	—	735.5	920	7.1	9 "	200	45
11. "	7.						5542.5	1480	7.5			463
							pro Tag g					
							trocken =	570.3				

Brot 1490 g frisch = 920 g trocken = 61,74 Prozent Trockensubstanz.

Person K. (rund 60 Kilo) verzehrt pro Tag in Brot 2372.9 Kalorien
in Fett 48 g 446.4 ..
in Zucker 43.3 g 173.2 ..

im ganzen 2992.5 Kalorien¹

Person M. (70 Kilo) verzehrt pro Tag in Brot 3055.0 Kalorien
in Fett 16.3 g 151.5 ..
in Zucker 6.6 g 26.4 ..

im ganzen 3232.9 Kalorien¹

¹ Die Reinkalorien ergeben sich aus dem Umsatz der Kalorien abzüglich der Kalorien im Harn (1 N = 8.02) und des Kotes für Kurgas = 2584.2 - 43.07 pro Kilo, für Münch = 2824.6 = 40.35 pro Kilo.

Die eine Person war etwas verwöhnter und konnte sich nicht entschließen, das Brot zu genießen wie es war, Person M. hat nur ausnahmsweise kleine Zusätze von Zucker und Fett genommen. Beide Personen kamen ungefähr auf die gleiche Kalorienmenge pro Kilo. Was die Eiweißbilanz anlangt, so zeigte sich folgendes:

	N-Aufnahme	N im Harn	N im Kot	Summe der Ausscheidung	Differenz
Münch	12.27	7.6	1.79	9.4	+ 2.9
	10.50	9.5	„	11.3	- 0.8
	10.80	8.8	„	10.6	- 0.2
	11.00	9.0	„	10.8	- 0.2
	10.70	9.1	„	10.9	- 0.2
	10.50	9.6	„	11.4	- 0.9
			Mittel:	10.7	
Kurgas	9.85	8.3	1.97	10.27	- 0.42
	9.36	9.4	„	11.37	- 2.01
	8.59	7.4	„	9.37	- 0.78
	7.80	7.1	„	9.07	- 1.27
	9.07	7.6	„	9.57	- 0.50
	6.83	7.1	„	9.07	- 2.24
			Mittel:	9.8	

Das Brot hatte 61.74 Prozent Trockensubstanz und 0.93 Prozent N. M. war annähernd im Gleichgewicht, K. gab dauernd noch vom Körper an N nicht unerheblich ab.

Über die Zusammensetzung des Brotes und die Ausscheidungen geben nachfolgende Tabellen Aufschluß.

Münch.

In 100 g Brot:	in 734.3 g pro Tag	
Asche	1.75	12.86
Organisch	18.25	721.44
N	1.53	11.23
Pentosan	13.04	47.87
Zellmembran	7.99	58.66
Zellulose der Zellmembran	4.97	36.47
Pentosan „ „	1.82	13.36
Rest „ „	1.20	8.83
Stärke	74.40 ¹	546.20
Verbrennungswärme	416.1	3055.3

¹ Direkt bestimmt.

In 100 g Kot sind:	in 79.1 g pro Tag
Asche	4.54 3.59
Organisch	95.46 75.51
N	2.27 1.79
Pentosan	17.44 13.79
Zellmembran	62.85 49.71
Zellulose der Zellmembran	40.41 31.96
Pentosan „ „	15.12 11.96
Rest „ „	7.32 5.79
Stärke	5.56 ¹ 4.40
Kalorien	423.3 334.82

Kurgas.

In 100 g Brot:	in 570.3 g
Asche	1.75 9.98
Organisch	98.25 560.30
N	1.53 8.72
Pentosan	6.52 37.08
Zellmembran	7.99 45.56
Zellulose der Zellmembran	4.97 28.34
Pentosan „ „	1.82 10.37
Rest „ „	1.20 6.84
Stärke	74.40 424.30
Verbrennungswärme	416.1 2672.9

In 100 Teilen trockenem Kot:	in 73.7 g Kot
Asche	7.11 5.26
Organisch	92.89 68.44
N	2.68 1.97
Pentosan	15.05 11.06
Zellmembran	56.95 41.97
Zellulose der Zellmembran	37.30 27.48
Pentosan „ „	12.97 9.56
Rest „ „	6.68 4.93
Stärke	4.39 ¹ 3.23
Kalorien	454.7 335.1

Um die Art des Brotes näher zu schildern, wird es zweckmäßig sein, auch die Zusammensetzung des feinen Weizenmehls, des aufgeschlossenen

¹ Direkt bestimmt.

Strohmehl und des mit Strohmehl gemischten Brotes nach den wesentlichen Punkten nebeneinander zu stellen:

In 100 Teilen Trockensubstanz sind:

	Feinstes Weizenmehl ¹	Aufgeschlossenes Stroh	Brot mit Strohmehl aufgeschlossen
Asche	2.30	3.07	1.75
Organisch	97.70	96.93	98.25
N	1.83	0.08	1.53
Pentosan	4.52	27.43	6.52
Zellmembran	1.26	77.50	7.99
Zellulose	(0.53)	54.43	4.97
Verbrennungswärme	423.8	416.0	416.1

Was die Ausscheidungen anlangt, so war der Kot sehr reichlich, relativ von hoher Trockensubstanz, die Verluste betragen:

	Kurgas	Münch	Mittel
Gesamt-Kalorien	14.62	10.95	12.78
N	22.47	15.90	19.18
Stärke	0.76	0.80	0.78
Zellmembran	92.12	84.70	88.41
Zellulose der Zellmembran	96.90	87.60	92.27
Pentosan „ „	92.19	89.52	90.85
Restsubstanz „ „	72.07	65.57	68.82
Pentosan im ganzen	29.82	27.58	28.70

Die beiden Personen stimmen in der Ausnutzung nicht ganz überein, Kurgas hat, obschon er weniger aß als Münch eine etwas geringere Verdaulichkeit, die sich bei allen Stoffen gleichmäßig bemerkbar macht. Wenn man die Gesamtausnutzung nach Kalorien mit Roggenmehl von 82 bis 95 Prozent Ausmahlung vergleicht, so ist da der Verlust 13.5 bis 14.8 Prozent, bei einem Weizenmehl von 80 Prozent Ausmahlung hatte ich 11.12 Prozent gefunden. Wie sich aus der prozentigen Beimengung der Zellmembran schon ergab, hatte das mit aufgeschlossenem Stroh vermengte Brot in seiner Zusammensetzung sich einem weit ausgemahleneren

¹ Das Weizenmehl war nicht genau das zum Verbacken des Strohmehl benützte, aber doch von möglichst gleicher Beschaffenheit.

Das Brot mit Strohmehl versetzt, ist also pentosanreicher und so reich an Zellmembran, als etwa 90 bis 95prozentiger Ausmahlung eines durchschnittlichen Roggens entsprechen würde.

Korn nähern sollen, das ist auch geschehen. Die eine Person verdaute so gut, als man es bei einem Weizenbrot von etwa 80 Prozent hätte verlangen können, also außergewöhnlich gut, Person K. entspricht etwa den durchschnittlichen Verhältnissen. Die Zellmembran ist auch beim Menschen schlecht aufgenommen worden, weit schlechter als z. B. die Kleiezellmembranen resorbiert werden. Ein Vergleich zwischen der Verdaulichkeit verschiedener Zellmembranen beim Menschen zeigt folgendes:

Es wird verloren von 100 Teilen:

	Aufgeschlossenes Stroh	Weizenbrot (Kleie)	Roggenbrot (Kleie)	Spelzmehl (fein)
Zellmembran	88·41	53·04	55·5	66·0
Zellulose	92·27	97·58	61·40	59·5
Pentosan	90·85	38·73	59·10	66·1
Rest	68·82	44·18	52·1	59·5

Von allen aufgeführten ähnlichen Zellmembranen wird also das aufgeschlossene Stroh am wenigsten gut verwertet.

Ein Vorzug einer Aufschließung ist beim Menschen also ebensowenig wie beim Hunde nachzuweisen. Die Aufschließung durch Säuren, wie durch Alkali, kann demnach eine Erhöhung der Verdaulichkeit nicht erreichen, doch erweist sich der Menschendarm als befähigt, bestimmte Zellmembranen hochgradigst aufzulösen, wie das für Wirsing und gelbe Rüben bewiesen worden ist. Bildet aber eine schwer verdauliche Zellmembran das Objekt der Aufschließung, so bringt diese selbst keinen weiteren Nutzen für die Verdaulichkeit zustande.

Das kann als sicheres Ergebnis und als Richtlinie für die Zukunft festgehalten werden. An dieser Stelle mag auch nochmals daran erinnert sein, daß man der weitgehenden Zerkleinerung keine allgemein gültige Bedeutung für die Auflöslichkeit der Zellmembranen zuzuerkennen vermag. Hat durch Zermahlung die Masse etwa mehlartigen Charakter erreicht, so habe ich oft beobachtet, daß die weitere Zerkleinerung und Trennung durch feinste Siebe keinen besseren Erfolg erzielt. Die beliebige Vergrößerung der Angriffsflächen bemißt man rein theoretisch für diese Fälle als zu wesentlich, in Wirklichkeit kommt ihr diese Bedeutung nicht immer zu. Ich habe das bei den Versuchen am Hunde mit aufgeschlossenem Stroh und auch beim Säugling bei Spinatzugabe usw. nachgewiesen.

Wie ich schon bei den Versuchen mit Spelzmehl zeigen konnte, ist ein wirklicher Nutzeffekt, der sich in beachtenswerter Größe in der Resorption an Zellmembran ausdrückt, nicht vorhanden.

Man könnte aber meinen, die Bedingungen der Resorption wären vielleicht bei aufgeschlossenem Stroh günstiger, weil es zusammen mit feinem Weizenmehl zum Genuß kam, wobei die Gesamtmassen der täglich zu verdauenden Zellmembranen natürlich klein sind. Eine solche Annahme bestätigt sich nicht. Die maximalste Größe der im Tag in der Zellmembran zur Auflösung gekommenen Substanzen beträgt

$$\text{bei M. } 8\cdot95 \text{ g} \times 4\cdot109 = 36\cdot77 \text{ Kalorien pro Tag}$$

$$\text{„ K. } 3\cdot59 \text{ g} \times 4\cdot258 = 15\cdot3 \text{ „ „ „}$$

Auch davon käme noch wegen Vergärung usw. ein Teil in Abzug. Die zu gewinnenden Nährwerte durch eine Beimengung von 10 Prozent aufgeschlossenes Stroh zur Tagesnahrung bei ausschließlichem Brotgenuß beträgt also sicher weniger als 0·5 bis 1 Prozent der Gesamtnahrung.

Außer der Zellmembran sind die löslichen Stoffe des Strohmehlens jedenfalls größtenteils, wenn nicht ganz, zur Resorption gelangt. Hierüber kann ich vorläufig keine näheren Angaben machen, zur Beantwortung dieser Frage müßte man wissen, wie das verfütterte Brot ohne das aufgeschlossene Stroh sich verhalten hätte, weil dann bewiesen werden könnte, welche Mengen in Kalorien das reine Mehl geliefert hat. Ich komme auf diese Frage am Schlusse zurück. Es erübrigt noch, die N-Ausscheidung und die Bildung der Stoffwechselprodukte näher zu betrachten.

Der Verlust an N war sehr ungleich. Es läßt sich feststellen, auf welche Unterschiede das zurückzuführen ist. Bei Person K. waren 1·97 g N pro Tag entleert worden. Im Kot befand sich wie stets, wenn Eiweißstoffe verfüttert werden, eine gewisse Menge Protein, an die Zellmembran gebunden. In diesem Fall bei K. 0·797 g N, bei Person M. 0·608. Zieht man diesen Wert von der Gesamt-N-Ausscheidung ab, so bleibt

$$\text{bei M. } 1\cdot18 \text{ g N}$$

$$\text{„ K. } 1\cdot17 \text{ g „}$$

welche als Stoffwechselprodukte anzusehen sind und bestens übereinstimmen. Unresorbiert bleiben bei M. (von 11·23 N 0·608) = 5·41 Prozent, bei K. (von 8·72 N 0·797) = 9·14 Prozent des aufgenommenen Eiweißes. Hier liegt also ein individueller Unterschied in der Eiweißresorption vor. Von dem entleerten N sind bei M. 65·92, bei K. 59·39 Prozent Stoffwechselprodukte.

Die Gesamtmenge der Stoffwechselprodukte, so weit sie kalorimetrisch erfaßt werden können, ergeben sich aus nachfolgenden Tabellen.

Unresorbierbares und Stoffwechselprodukte im Kot.

Person	Verlust an Kalorien im Tag				Kalorien im Kot insgesamt	Kal im Kot aus Stoffwechselprod.	Verzehre Kalorien im Brot	Vom Verzehrten entstehen Stoffwechselprod.	Von 100 Kalorien im Kot treffen auf Stoffwechselprod.
	Stärke	Zellmembran	Pentosan	Summe					
Münch	18.04	204.25	7.13	229.44	334.82	105.38	3055.3	3.44%	31.44%
Kurgas	13.24	178.83 ²	5.85	197.22	335.10	137.13	2672.9	4.12	40.93
								Mittel: 3.78%	36.18%

Die Menge der Stoffwechselprodukte macht im Durchschnitt 3.78 Proz. der in dem Brot verzehrten Kalorien aus. Da der Gesamtverlust der Kalorien im Mittel 12.78 Prozent betrug, so entfallen 9 Prozent der Zufuhr auf Unverdautes. Das relative Verhältnis der Stoffwechselprodukte zum Gesamtverlust im Kot ist niedriger, als ich es in manchen anderen Experimenten bisher beobachtet habe. Dies Ergebnis würde mit der Anschauung wohl in Einklang zu bringen sein, daß die Stoffwechselprodukte zwar von mechanischer Reizung des Darmes abhängig sein können, aber nicht abhängig sein müssen, daß vielmehr ihre Bildung mit spezifischen Bestandteilen einer Nahrung im Zusammenhang stehen kann.

Im vorliegenden Falle konnte aber auch der Umstand mitwirken, daß diese Zellmembran viel schlechter verdaulich ist wie manche andere, wodurch dann mehr Unverdauliches ausgeschieden und die Relation zu den eigentlichen Stoffwechselprodukten verschoben wurde; diese Annahme trifft nicht zu, weil die Person K., welche die Zellmembran schlechter resorbierte, im Gegenteil auch relativ mehr Stoffwechselprodukte bildete, es bleibt also wohl nur die Möglichkeit, einen gewissen Reiz auf die Darmwand bei der einen Person anzunehmen.

Ausnützung von Brot aus feinstem Weizenmehl.

Ein Vergleich der Veränderung, welche die Zugabe von aufgeschlossenem Stroh zu feinem Weizenmehl in der Ausnützung hervorruft, sollte durch Parallelversuche an den gleichen Versuchspersonen durchgeführt werden, durch Abkommandierung der Person M. kann sich dieser Vergleich nur auf die Person K. erstrecken. Leider war von derselben Probe des Mehles, die verbacken wurde, nicht ausreichend zurückbehalten

¹ 4.109 Kal. direkt bestimmt.

² 4.258.

worden, es konnte aber noch Mehl von gleicher Ausmahlung erhalten werden, mögen dadurch kleine Differenzen auch nicht ausgeschlossen sein, so wird doch die allgemeine Übersicht über die Wirkung des Zusatzes von aufgeschlossenem Stroh nicht unmöglich gemacht.

Bei der Brotbereitung wurde die zuerst von mir bei Kleibrot gemachte Erfahrung, daß dieses unlösliche Beimengungen enthaltende Brot wasserhaltiger ist als anderes, die sich inzwischen in Dutzenden analogen Fällen bestätigt hat, wieder gemacht. Brot mit aufgeschlossenem Stroh hatte nur 61 Prozent, reines Brot 67 Prozent Trockensubstanz unter vergleichbaren Verhältnissen.

Der Versuch dauerte 6 Tage, seit dem vorhergehenden Experimente hatte K. von der üblichen rationierten Kost, die in dieser Zeit völlig ungenügend war, gelebt und wohl einige weitere Zuschüsse erhalten, sein Körpergewicht war aber in fortwährendem Absinken. Frei nach Wahl verzehrte er während des Versuchs an den ersten Tagen etwas mehr und stellte sich erst dann auf etwas geringere Nahrungsmenge ein. Im Durchschnitt verzehrte er

654.2 Trockensubstanz im Brot = 2772.4 Kal. (2372 im früh. Versuch.)
 in Zucker 200 „
 in Fett 279 „
 im ganzen 3251 Kal. (2992 im vorigen Versuch)

bei 59 Kilo Gewicht.

Die N-Bilanz war folgende:

	N aufgenommen ¹	N im Harn	N im Kot	Summe	Differenz
1.	12.66	8.5	1.33	9.88	+ 2.78
2.	13.91	7.6	„	8.93	+ 4.98
3.	12.85	8.7	„	10.03	+ 2.82
4.	12.48	9.5	„	10.83	+ 1.65
5.	10.75	9.0	„	10.33	+ 0.44
6.	11.28	6.2	„	7.53	+ 3.75

Am Tage vor dem Versuch waren 10.9 g N, am Tage nach dem Versuch gleichfalls 10.9 g N im Harn ausgeschieden worden.

Im ganzen fand ein dauernder N-Ansatz statt, trotzdem N-Überschuß aber keine Steigerung des N-Umsatzes. Im Durchschnitt wurden 9.60 g N umgesetzt = 0.164 g N pro Kilo und 55.5 Kalorien pro Kilo.² Eine Körpergewichtszunahme war nicht nachweisbar. Feines Weizenbrot ge-

¹ 100 g Brot = 1.23 g N.

² Der wirkliche Nahrungsumsatz dieser Reihe, der einiges Interesse besitzt, läßt sich in folgender Weise ableiten:

hört zu den bestverdaulichen Nahrungsmitteln vegetabilischer Herkunft, im einzelnen sei auf diese Zeitschrift 1916 S. 85 verwiesen.

Was die Ausnutzung hier anlangt, so zeigt sich folgendes:

Kurgas. Weißbrot.

Datum	Versuchstag	Körpergewicht kg	Nahrung				Brot		Harn		Kot				
			Brot g	Kaffee (2 Liter) g	Zucker g	Butter g	frisch berechnet g	Zucker g	Fett g	ccm	N g	Zeit	frisch g	trocken g	
26. VI.															
27. "	1.	59.0	1030	30	50	—	1030	50			1740	10.9			
28. "	2.		1125	30	50	—	1132	50			1920	8.5			
29. "	3.		1035	30	30	—	1045	50			1820	7.6	10 ^b v.	120 30	
30. "	4.		940	30	50	30	951	50	30		1040	8.7	10	" 120 30	
1. VII.	5.		850	30	50	30	874	50	30		880	9.5	9	" 130 30	
2. "	6.	58.0	880	30	50	—	918	50			1240	9.0	9	" 130 20	
3. "			Gemischte Kost				5950				1090	6.2	9	" 120 20	
			pro Tag g				975				2260	10.9	8	" 125 25	
			lufttrocken = g				654.2								155

In 100 Teilen feinstem Weizenbrot: in 554.2 g p. Tg.

Asche	2.30	15.0
Organisch	97.70	639.2
N	1.83	11.97
Pentosan	4.52	29.57
Zellmembran	1.26	8.23
Stärke ¹	74.80	490.0
Kalorien	423.8	2772.4

N-Zufuhr	12.32
im Kot	1.33
sollten	10.99 im Harn sein.
Ausscheidung	8.25
angesetzt	2.74

Zufuhr im ganzen 3251
ab 200
bleibt als Umsatz = Reinkalorien 3051 = 51.7 Kal. pro 1 Kilo.

Von der Zufuhr gehen ab im Harn 66.2 Kal.
2.74 × 5.88 Kal. als Ansatz 16.1 "
im Kot 117.4 "

Se. 199.7 Kal.

¹ Direkt bestimmt.

In 100 Teilen Kot sind:	in 23.1 g Kot p. Tg.
Asche	9.68 2.23
Organisch	90.32 20.87
N	5.76 1.33
Pentosan	7.29 1.68
Zellmembran	21.78 5.03
Stärke	7.45 ¹ 1.72
Fett	7.50 1.73
Kalorien	508.0 117.4

Die Menge des Verlustes an organischer Substanz war 3.26 Prozent, die der Kalorien = 4.23 Prozent, dies deckt sich zwar nicht mit der Ausnützung bei Kohlrusch², wobei nur 3.70 Prozent der Kalorien verloren werden, aber doch sehr nahe. Der N-Verlust betrug im ganzen 10.89 Prozent, dies war mehr als in analogen Versuchen bei Kohlrusch und Thomas. Es dürfte sich dieser Unterschied dadurch erklären, daß die Zellmembran zum Teil aus wirklicher Kleie bestand, was sich auch aus der relativ geringen Resorbierbarkeit mit 60.4 Prozent Verlust ergibt, während reine Zellmembran des Mehlkernes nach meinen Versuchen nur 24.6 Prozent Verlust liefert. In der Zellmembran im Kot war 0.855 g N Protein vorhanden, pro Tag traf also an Stoffwechsel-N 0.48 g, der Eiweißverlust selbst war 7.1 Prozent, was auch auf die Anwesenheit von Kleberzellen hinweist, da sonst nur rund 6 Prozent N bei feinem Mehl überhaupt verloren werden.

Gesamt-N-Verlust verhält sich zum N-Verlust durch Stoffwechselprodukte wie 100:36.09, eine Zahl, die für Person K. wesentlich kleiner ist, als die bei den Versuchen mit Strohbroten. Von der Zufuhr des N treffen also rund 4 Prozent auf Verlust durch Stoffwechselprodukte, im allgemeinen ein niedriger Wert. In der Reihe mit Strohbroten trafen 13.42 Prozent der Zufuhr bei K. auf N-haltige Stoffwechselprodukte, man kann daher schon hieraus entnehmen, daß die Beigabe des Strohmehlens nicht ohne Einfluß auf den Ablauf des Verdauungsprozesses war.

Über die Gesamtmenge aller Stoffwechselprodukte gibt nachstehende Tabelle Aufschluß (siehe Tabelle nächste Seite):

Die Gesamtmenge beträgt also bei feinstem Weizenbrot nur 2.04 Proz. aller Kalorien der Nahrungsaufnahme.

Es läßt sich jetzt leicht die Frage beantworten, ob die Hinzufügung von aufgeschlossenem Stroh als ein Anreiz zur Mehrung der Stoffwechsel-

¹ Direkt bestimmt.

² *Dies Archiv.* 1916. Physiol. Abtlg. S. 85.

Person	Verlust an Kalorien im Tag				Kalorien im Kot insgesamt	Kal. im Kot aus Stoffwechselprod.	Verzehnte Kalorien im Brot	Von Verzehrten entstehenden Stoffwechselprod.	Von 100 Kalorien treffen auf Stoffwechselprod.
	Stärke	Zellmembran ¹	Pentosan ²	Summe					
Kurgas	7.05	53.51	0	60.56	117.40	56.8	2772.0	2.04%	48.38%

produkte zu betrachten ist, d. h. ob dieses Material eine Mehrtätigkeit des Darmes erfordert und weiter wird ein Vergleich mit einem Brot aus Weizenmehl, das annähernd eine ähnliche Menge von Kleiezellmembran enthielt (5.09 Prozent), als das Strohbrod mit aufgeschlossenem Stroh (7.99 Prozent) von Interesse sein.

Auf 100 Kalorien Zufuhr treffen Stoffwechselprodukte:

bei feinstem Weizenbrod	2.04
„ Strohbrod	4.12
„ Weizenbrod (80 Prozent Ausmahlung) ³	7.30

Strohbrod steigert tatsächlich den Verlust an Stoffwechselprodukten von 2,04 auf 4,14 Prozent der Gesamtzufuhr an Kalorien, kleiehaltiges Brod zeigt allerdings eine weit erheblichere Steigerung, ein Hinweis, daß nicht das „Unlösliche“ an sich ausschließlich eine Steigerung der Darmtätigkeit bedeutet, sondern die Eigenart der Nahrungsmittel, wie ich schon oben bemerkte. Damit mögen die Betrachtungen dieser Versuchsreihe geschlossen sein.

Welche Ergebnisse zeigen sich bei einem Vergleich der beiden Brodsorten des reinen Weizenbrodes und des mit Strohmehl versetzten?

Das Brod aus aufgeschlossenem Stroh sollte aus neun Teilen Trockensubstanz Weizenmehl und einem Teil aufgeschlossenem Stroh bestehen. Geht man von den Werten der Zellmembran des Brodes mit Strohzellulose aus, so findet man eine Mischung von 91 g trockenem Mehl und neun Teilen trockenem aufgeschlossenem Strohes, mit dieser Zahl ist in nachfolgendem gerechnet worden; bei dem Versuche von K. mit 570.3 g täglich aufgenommenem Brod mit aufgeschlossenem Stroh wären nach diesem Verhältnis also 519 g feines Weizenmehl vorhanden.

Die Ausnützungsverluste des letzteren werden nun von den Versuchsergebnissen mit Strohmehl abzuziehen sein.

¹ 5.03 reine Zellmembran = 22.12 Kal., dazu 5.34 Protein = 31.39 Kal.

² Pentosan nur in der Zellmembran.

³ Siehe *dies Archiv*. 1916. Physiol. Abtlg. S. 89.

	Asche	Organ.	N	Stärke	Zellmembran	Stoffwechselprod.	Kal.
	g	g	g	g	g	g	
In den Ausscheidungen bei Strohbrod täglich	5.26	58.44	1.97	3.23	41.97	137.18	335.1
519 g Mehl liefern	1.77	16.95	1.03	1.36	4.18	44.83	93.0
Also mehr im Tag	3.49	41.49	0.94	1.87	37.79	92.35	242.1

Die Zufügung von Zellmembran, welche aus dem feinen Mehl gewissermaßen ein Vollkornmehl gemacht hat, hat eine allgemeine Vermehrung der Ausscheidungen hervorgerufen, die sich auf Zunahme der Asche, der organischen Substanz, des N, der Stärke, der Zellmembran und der Kalorien erstreckt.

Im Strohbrod der Zufuhr waren p. Tag 45.56 g Zellmembran überhaupt ab für Weizenmehl 6.53 g

bleibt mehr bei Strohbrod: 39.03 g

diese Zellmembranen müssen auf aufgeschlossenes Stroh überhaupt umgerechnet werden; sie entsprechen (à 4.16 Kal.) = 209.2 Kalorien im ganzen pro Tag. Diese 209.2 Kalorien hatten aber keinen Nutzeffekt, weil pro Tag 242.1 Kalorien aus Anlaß der Zugabe von aufgeschlossenem Stroh mehr in den Ausscheidungen kamen. Das Stroh bringt an sich keinen N als Nahrung mit sich, erzeugte aber eine Mehrausscheidung von N im Betrage von 0.94 g pro Tag, die teils als Stoffwechselprodukte, teils als Proteinverlust aufzufassen ist. Außerdem kamen (242.1 — 209.23) 32.9 Kalorien als Mehrverlust überhaupt.

Da außerdem aber doch von der Zellmembran wirklich kleine Anteile, wie nachgewiesen, und außerdem auch noch die wasserlöslichen Stoffe des aufgeschlossenen Strohes zur Resorption gelangt sind, so muß dieser Resorption entsprechend eine Mehrausscheidung von anderen Stoffen stattgefunden haben, die hier nur rechnerisch verdeckt sind. Die obige Zusammenstellung ergibt auch hierfür die Antwort; der Resorption der in Wasser löslichen Stoffe, dem aufgeschlossenem Stroh steht andererseits die Mehrung der Stoffwechselprodukte gegenüber.

Zusammenfassend kann man also folgendes über die Wirkung aufgeschlossenen Strohes in der Nahrung des Menschen sagen. Der Zusatz von aufgeschlossenem Stroh vermindert die Qualität des Brodes gegenüber dem reinen Brod aus gleichem Mehl, Wohlgeruch und Wohlgeschmack des ursprünglichen Gebäckes nehmen ab. Das Brod trocknet rasch aus und wird dann sehr zäh. Die Auflösung durch den Speichel scheint herab-

gesetzt, das Brot nimmt einen stärkeren Wassergehalt an. Im Darm steigert sich die Entwicklung von Gasen, die Ausscheidungen werden sehr stark vermehrt, der Kot ist wasserarm, doch verfilzen die Strohfasern nicht.

Die Zellmembranen des aufgeschlossenen Strohes werden im Darm des Menschen wenig angegriffen, weniger wie Kleie und Spelzmehl. Die aus der Zerlegung und Verdauung der Zellmembran selbst frei werdenden Nahrungswerte betragen auch bei ausschließlicher Brotkost weniger als 0.5 bis 1.0 Prozent des gesamten Brennwertes der Kost.

Bei einem Vergleich mit Brot aus reinem Mehl derselben Herkunft liefert das Strohbrod einen Mehrverlust an allen wichtigen Bestandteilen, der durch den gesamten Brennwert des zugesetzten Strohes nicht gedeckt wird, vielmehr erhöht sich unter dem Einfluß des letzteren die tägliche N-Ausscheidung und der Verlust an Kalorien. Demnach ist von einer Sparung an Nährstoff nicht die Rede, sondern es steigt der Verlust im ganzen an. Es empfiehlt sich daher, von derartigen Zusätzen zu Brot abzusehen, da durch sie nicht nur kein Nutzen, sondern eine meßbare Benachteiligung der sonstigen Nährstoffverwertung die Folge ist.

Die bei gesunden Männern angestellten Versuche erlauben keine Übertragung der Resultate auf die ganze Bevölkerung und etwa auch auf Leute mit schwächerem Magen, alte Personen usw., eine allgemeine Verwendung von Strohbrod kann sicher nicht darauf rechnen, günstigere Ergebnisse wie hier zu erzielen. Auch wenn man statt feinen Weizenmehls kleiereiche Mehle hochgradiger Ausmahlung verwendet, können die Ergebnisse nicht günstiger, sondern nur schlechter werden.

Altes und Neues über das Elektrokardiogramm.

Von

Professor Augustus D. Waller.

Beim Lesen der Schriften, die in den letzten Jahren in Pflügers Archiv und in anderen Zeitschriften über das Elektrokardiogramm erschienen sind¹, die die Entdeckung der Herzströme, die Grundbedingungen für deren graphische Aufnahme und ihre klinische Bedeutung behandeln, hat sich mir die Überzeugung aufgedrängt, daß es von Nutzen sein könnte, wenn ich dem deutschen Leserkreis einen kurzen Abriß meiner eigenen Anschauungen über diesen Gegenstand vorlegte. Der gegebene Ort für diese Mitteilung ist das Archiv, das fast 40 Jahre lang (1858 bis 1895) von du Bois-Reymond herausgegeben worden ist. Ist es mir doch seinerzeit durch das gütige Entgegenkommen dieses Altmeisters und unermüdlischen Forschers auf dem Gebiete der tierischen Elektrizität vergönnt gewesen, der Berliner Physiologischen Gesellschaft die grundlegenden Versuche über die elektromotorische Tätigkeit des Herzens vorzuführen, die dann in den Verhandlungen der Gesellschaft beschrieben worden sind. Mein Besuch in Berlin im Jahre 1889 ist mir in Erinnerung, als ob es gestern gewesen wäre. Mit welcher lebhafter Aufmerksamkeit beobachtete du Bois-Reymond die Stromstöße seines eigenen Herzens und prüfte durch den Vergleich zwischen „wirksamen“ und „unwirksamen“ Anordnungen die Bedeutung der schrägen Lage der Achse *CC* und des

¹ W. Einthoven, G. Fahr und A. de Waart. Über die Richtung und die manifeste Größe der Potentialschwankungen im menschlichen Herzen und über den Einfluß der Herzlage auf die Form des Elektrokardiogramms. *Pflügers Archiv*. 1913. S. 275. — A. Samojloff, Vorzüge der mehrfachen Ableitung der Herzströme bei Elektrokardiogrammaufnahmen. *Ebenda*. 1913. S. 195. — F. Kraus, G. F. Nicolai und F. Meyer, Prinzipielles und Experimentelles über das Elektrokardiogramm. *Ebenda*. 1913. Bd. CLV. S. 97. — R. H. Kahn, Das Elektrokardiogramm. *Ergebnisse der Physiologie*. 1914. B. XIV. — A. Hoffmann, *Die Elektrographie als Untersuchungsmethode des Herzens und ihre Ergebnisse*.