

## Inhalt.

	Seite
MAX RUBNER, Nachträge zur Frage der Ernährung während der Blockade	1
MAX RUBNER, Beiträge zur Lehre vom Eiweißstoffwechsel mit besonderer Berücksichtigung kohlehydratreicher Gemische	24
MAX RUBNER, Die Feststellung des N-Umsatzes bei vegetabilischer Kost	73
MAX RUBNER, Die Größe des N-Verbrauches bei einigen vegetabilischen Nahrungsmitteln	81
MAX RUBNER, Hindhede's Untersuchungen über Eiweißminimum bei Brotkost	124
RENÉ DU BOIS-REYMOND, Über den Gang mit künstlichen Beinen	143
WILH. FILEHNE, Das Blau der durch die menschliche Haut schimmernden Venen und das Blau des Himmels	160
RICHARD KAUFHOLD, Untersuchungen über das elektrische Leitungsvermögen der überlebenden menschlichen Haut	189

Die Herren Mitarbeiter erhalten *dreißig* Separat-Abzüge ihrer Beiträge gratis und 30 *M* 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<sup>III</sup>

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.

## Nachträge zur Frage der Ernährung während der Blockade.

Von

Geheimrat **Max Rubner**.

Über die Gründe, warum die Ernährungsschwierigkeiten so rasch gewachsen sind, dafür liegt aus der Kriegszeit genügend Material vor, der Anteil an diesen schwerwiegenden Vorkommnissen wird später einmal der eingehenden Diskussion zu unterziehen sein. In manchen Kreisen waren zeitweise die Befürchtungen eines Massenhungens sehr lebhaft geworden, und wenn man auch die Gedanken an ein Versagen der Versorgung mit den Hauptnahrungsmitteln im allgemeinen für übertrieben halten mochte, so streiften in Wirklichkeit die Verhältnisse in manchen Gegenden hart an diese Not. Der Wunsch nach Vermehrung des Wenigen, was geliefert wurde, vor allem des Brotes, trat immer wieder in den Vordergrund. In allen solchen Fällen ist der Gedanke, wenigstens eine Kostvermehrung zu erzielen, das Hauptziel gewesen, es kommt, so meinte man, der geängstigten Bevölkerung auf nichts anderes als auf diese Massenvermehrung an, gleichgültig, ob es sich um Brauchbares oder Unbrauchbares handelt. Vorschläge dieser Art machten sich bald bemerkbar. Sie brachten neben Allbekanntem, was die Literatur früherer Hungersnöte lehrte, auch manches an sich Brauchbare, wie die Sammlung von nährenden Substanzen, die man in Friedenszeiten als minderwertig verkommen ließ.

In einer sehr lesenswerten Abhandlung hat Erismann<sup>1</sup> über die Hungersnot in Rußland aus dem Jahre 1891, die nach einer großen Roggenmißernte entstand, berichtet und aufgeführt, was im Volke alles versucht wurde, um das Brot zu mehren. In Rußland reichen die Erfahrungen über Hungersnöte bis ins 11. Jahrhundert zurück. Als Brot-surrogate kamen allzeit vor allem Unkrautsamen (Chenopodium, Atriplex, Polygonum usw.), ferner Eicheln, Moos, Fichtenrinden, Wurzeln, Stroh,

<sup>1</sup> Die Brotsurrogate in Hungerszeiten und ihre Ausnützung im menschlichen Verdauungskanal. *Zeitschrift für Biologie*. 1901. Bd. XLII. S. 672.

Preßrückstände von der Hanfölbereitung zur Anwendung. Der Chenopodiumsamen (Gänsefuß) ist eiweißreich, aber reich auch an Holzfaser (18·3 Prozent). Ganz ähnlich verhalten sich die Samen des Windenknöterichs (*Polygon. convolvulus*); die Preßrückstände der Runkelrüben sind eiweißreicher, aber noch reicher an Holzfaser (20·5 Prozent); in den verwendeten Rinden sind nur wenig Proteine (3·8 Prozent), aber enorme Mengen von Holzfaser (39·4 Prozent). Man kann sich vorstellen, daß je nach den Graden der Mischung zwischen Mehl und Surrogat die Brote sehr wechselnde Zusammensetzung hatten. Holzfasermengen von 25 bis 32 Prozent der Trockensubstanz kamen zur Beobachtung.<sup>1</sup> Auch das Kartoffelbrot verwendete man schon damals. Streckungen mit Erbsenmehl, Buchweizenmehl und Maismehl kamen vor. Diese befriedigten gerade nicht im Geschmack, und der dauernde Genuß ist unangenehm; der Zusatz verdirbt den eigentlichen Brotgeschmack. Brote mit Hafermehl, Hirsemehl, Gerstenmehl, Kartoffelmehl, Preßkuchen der Sonnenblume und Runkelrübenrückstände waren im Gebrauch. Von diesen Kombinationen waren diejenigen aus Preßrückständen so gut wie ungenießbar. Erismann meint aber auch, daß die anderen Kombinationen die Brotqualität wesentlich herabgesetzt haben. Die eigentlichen Hungerbrote (mit Eichen, Schilf, Gräsern, Strohbroten u. dgl.) waren sehr ungleich zu bewerten. Das erträglichste sei das Eichelbrot, aber sehr bitter schmeckend, die übrigen Brotarten, speziell Strohmehlbrote, verursachten Schmerzen in Magen und Darm; nahezu völlig ungenießbar sind die Chenopodium- und Polygonumbrote.

Von den Hungerbroten ist nur das Eichelbrot leidlich verdaulich, alle anderen Kombinationen haben die Verdaulichkeitsgrade zwischen 46 Prozent bis 52 Prozent, sind also geradezu enorm schlecht aufnehmbar, die Hälfte des Stickstoffs wird verloren und mehr.

Nicht ohne Bedeutung ist weiter, was schon damals Erismann über Kombinationen anfügte; er teilt nach Untersuchungen Popows<sup>2</sup> mit, daß Roggenbrot und Kartoffel getrennt genommen besser verdaut wurde als in der Mischung als Kartoffelbrot, was vollkommen mit den von mir gemachten Erfahrungen übereinstimmt. Ganz ähnlich verhält es sich bei Kombination von Buchweizenmehl mit Roggenmehl und Erbsen und Roggermehl; das Brot aus beiden ist schlechter verdaulich, als wenn von den Komponenten jede für sich genossen wird.

Ganz in den Rahmen dieses Bildes paßten die Erfahrungen, die wir namentlich zu Beginn des Brotmangels machten. Ungemein viele Surro-

<sup>1</sup> a. a. O. S. 684.

<sup>2</sup> a. a. O. S. 707.

gate trugen von Anfang an den Stempel des Unbrauchbaren an der Stirn, aber Unverstand und Gewinnsucht versuchten sie in den Handel zu bringen oder durch die Behörden zur Einführung durchzusetzen. Die Leitung unserer Ernährung in den Händen eines vorwiegend aus Laien bestehenden Personals begünstigte das Hochkommen solcher Bestrebungen. Es war eine nicht unwichtige, aber undankbare Aufgabe der Ernährungsphysiologie, diesem Treiben wenigstens einigermassen ein Ende zu machen.

Aus diesen Zeiten der Nahrungssuche möchte ich in folgendem noch über einige Untersuchungen berichten, die in dem Rahmen meiner bisherigen Arbeiten keinen Platz gefunden haben, aber vielleicht als historische Dokumente einige Bedeutung haben. Im großen und ganzen war die Zivilbevölkerung der großen Städte meist das Opfer für die beabsichtigten Reformen und Experimente. Die Nahrungsmittelchemiker werden Gelegenheit haben, in systematischer Weise die Verwilderung des Nahrungsmittelmarktes zu schildern. Hier soll nur eine kleine Auslese gegeben werden.

### Pflanzliche Nahrungsmittel, Brotsurrogate.

Über die Verwendung pflanzlicher Nahrungsmittel und Surrogate ist von mir in dieser Zeitschrift eingehend berichtet worden. Auch über Surrogate wie die Verwendung von Wicken, Nährhefe, ferner über Holzmehle, Spelzmehle, Kartoffelpülpe, aufgeschlossenes Stroh; von Neumann in Bonn sind auch Erfahrungen über das Friedenthalsche Strohmehl mitgeteilt worden, manches noch hierher Gehörige, aber Nebensächliche mag übergangen werden. Es mögen aber einige Ergänzungen Platz finden.

Oft war es nicht möglich, das Publikum gegen solche Beimengungen zu Brot namentlich zu schützen, weil für die „Erfindungen“ vielfach Beamte und Offiziere auf eigene Faust die Erlaubnis zur Benutzung gaben und manchmal erst spät die öffentliche Aufmerksamkeit hierauf gelenkt wurde. Marktschreierische Anpreisungen waren an der Tagesordnung. Im amtlichen Verkehr entschied bisweilen eine oberflächliche Schmeckprobe irgendeiner Kommission über den Wert solcher Surrogate. Erst 1917 und 1918 entwickelte sich allmählich wieder die Möglichkeit, durch experimentelle Untersuchungen die Erfinder- und Spekulationsgelüste etwas einzudämmen.

Es mögen hier noch einige solcher Anregungen aus der späteren Zeit genannt werden.

Kartoffelkraut wird unter den Futtermitteln für die Tiere aufgeführt. Man hat es auch als Zusatz für Brot empfohlen.

In 100 Teilen Trockensubstanz sollen enthalten sein:

Rohprotein . . . . .	10.4
Fett . . . . .	2.6
N-freie Extrakte . . . . .	45.1
Rohfaser . . . . .	28.9
Asche . . . . .	13.0

Dagegen soll frisches Kraut enthalten:

Rohprotein . . . . .	24.0
Fett . . . . .	4.6
N-freie Extrakte . . . . .	41.3
Rohfaser . . . . .	20.0
Asche . . . . .	10.1

Demnach wäre das Kraut ziemlich reich an Protein, wenn das Laub im Juli und August geerntet wird. Der Gehalt an N-freien Extrakten ist weit überschätzt, denn wenn man bedenkt, daß die Rohfaser vielleicht annähernd verdoppelt werden muß, um den Gehalt an Zellmembran zu geben, so würde auch für das frische Laub, von dem man, ohne die Kartoffel zu schädigen, nicht allzuviel wegnehmen darf, vielleicht 20 bis 21 Prozent N-freie Extrakte statt 41 Prozent übrig bleiben. Ein Zellmembrangehalt von 40 Prozent wäre aber ein sehr hoher, doch kommen solche Werte bei Spinat und Salat wohl vor. Jedenfalls wäre es kein Material, das man auch dem bereits viel Zellmembran enthaltenden Brot noch zusetzen könnte. Dabei ist wohl zu erwägen, ob derartige Mischungen von Brotmehl und Kartoffelkraut an sich in der Ausnützung nicht erhebliche Einbuße der Resorption zeigen.

Auch ein Kleemehl wurde empfohlen; der getrocknete Klee wird vermahlen, wobei

2.17 Prozent zu Verlust gehen,
23.44 .. sind Stengel,
74.3 .. fertiges Produkt.

Für 100 Teile Trockensubstanz wurde angegeben:

Asche . . . . .	9.94
Organisch . . . . .	90.06
Rohprotein . . . . .	14.42
Rohfaser . . . . .	40.45
N-freie Extrakte . . . . .	32.93
Rohfett . . . . .	2.26

Bei der gewaltigen Menge von Rohfaser, die man sich fast verdoppelt denken muß, um die Zellmembran zu erhalten, muß man annehmen, daß

die 32.9 Prozent N-freie Extrakte überhaupt nur rechnerisch entstanden sind, das Präparat wird also im wesentlichen aus dem Rohprotein und der Zellmembran bestehen. Die Sachlage wäre ähnlich wie bei dem Salat, bei dem ich in 100 Teilen Trockensubstanz fand:

Rohprotein . . . . .	29.74
Zellmembran . . . . .	51.80

An N-freiem Extrakt war hier so gut wie nichts nachzuweisen, der Salat war aber trotz seines hohen Aschegehaltes doppelt so reich an Rohprotein als der Klee.

Eine günstigere Zusammensetzung zeigte der Frühlingsklee. In 100 Teilen Trockensubstanz waren:

Asche . . . . .	11.6
Rohprotein . . . . .	34.6
Rohfett . . . . .	5.0
N-freie Extrakte . . . . .	24.3
Rohfaser . . . . .	23.1

Auch hier ist anzunehmen, daß die Unrechnung der Rohfaser auf Zellmembran die Gesamtmenge der N-freien Extrakte zum Verschwinden brächte. Hier besteht dann eine weitgehende Analogie zu Salat und Spinat. Der hohe Gehalt an Protein bedeutet keinen allzu hohen Nutzwert, weil, wenigstens nach Erfahrung in anderen Fällen, dieses Protein zäh mit der Zellmembran verknüpft zu sein scheint und schwer resorbiert wird. Der Nutzen der Gemüse, wie Salat und Spinat, liegt mehr in ihrer anregenden Geschmackswirkung, auch vielleicht in der Wirkung auf den Darm; das käme bei dem getrockneten Präparat des Klees allerdings nicht mehr in Frage.

Der Militärverwaltung war ein Präparat Certostmehl angeboten worden, dessen Herstellung unbekannt war, ein gelbbraunes, etwas nach Malz riechendes Pulver. Es lieferte auf 100 Teile Trockensubstanz:

Asche . . . . .	2.41
Organisch . . . . .	97.59
N . . . . .	1.66 = 10.37 Protein
Pentosane . . . . .	7.59
Zellmembran . . . . .	13.91

Es kann also wegen des hohen Zellmembrangehaltes, der fast doppelt so hoch ist wie der Gehalt eines dekortizierten Getreides und höher als jemals für Vollkorn beobachtet wurde, nur ein durch Kleiezusatz und ähnliches vermischtes stärkehaltiges Produkt sein. Wegen des hohen Zellmembrangehaltes ist es minderwertig und ungeeigneter Ersatz für Mehle anderweitiger Herkunft.

## Topinambur, Juni 1917.

Von mancher Seite wurde bei den Schwierigkeiten der Ernährung auch die Topinambur herangezogen. Sie erinnert an die Artischocke; als Suppe oder als Gemüse zubereitet, bietet sie einige Abwechslung. Sie enthält keine Stärke, dafür Inulin. Ein Vergleich zwischen Kartoffel und Topinambur ist ganz lehrreich. Bestreicht man eine durchgeschnittene Kartoffel oder Topinambur mit Jod, so gibt nur erstere die blaue Jodstärkereaktion.

Zerrieben und ausgepreßt bei 300 Atmosphären erhält man nur wenig Saft, obschon die Frucht frisch nur 27.02 Prozent Trockensubstanz enthält. In 100 Teilen Trockensubstanz waren (ohne Schale):

Asche . . . . .	4.67
Organisch . . . . .	95.33
Pentosan . . . . .	4.69
N . . . . .	0.71 = 4.44 Rohprotein
Zellmembran . . . . .	6.60
Darin Zellulose . . . . .	4.29
Darin Pentosan . . . . .	1.21
Restsubstanz . . . . .	1.10
Fett . . . . .	0.40
Inulin, Fruktose usw. <sup>1</sup>	80.41
Kalorien . . . . .	372.6

Die Zellmembran erscheint sehr reich an Zellulose (65.0 Prozent). Ein Tierversuch mit Fütterung gelang nicht, da der Hund das Material nicht vertrug. Aus Versuchen von Sandmeyer<sup>2)</sup> ist bekannt, daß auch bei Fütterung reinen Inulins nur wenig resorbiert wird. Von 80 g Inulin erschienen im Kote 46.1 g, der Rest muß also gespalten und aufgenommen worden sein. Eine Glykogenbildung nach Inulinfütterung kann, wie bekannt, in manchen Fällen nachgewiesen werden, in anderen fehlt sie. Wie die Spaltung im Darm erfolgt, ist nicht bekannt, doch meint man, daß die Säure des Magens dabei eine Rolle spielt.

Über das Mehl von Zitterlinsen (*Vicia hirsutum*, Erve).

Ausnahmsweise hat das Mehl von Zitterlinsen auch für den Menschen Verwendung gefunden. Doch haben sich mehrfach Magen- und Darmbeschwerden ergeben, auch über den bitteren Geschmack wurde geklagt. Die Übelstände lassen sich vermeiden, wenn das Mehl lange gekocht wird

(1 Stunde), wobei sich der bittere Geschmack verliert, und wenn man außerdem das Zitterlinsenmehl nur zur Streckung anderen Nährmaterials verwendet. Ich habe die Untersuchung der Verdaulichkeit beim Hund untersucht. Das etwa 15 kg schwere Tier erhielt täglich neben 1000 g Fleisch 100 g Zitterlinsenmehl, das mit 150 g Wasser 1 Stunde auf dem Wasserbad digeriert war.

In 100 Teilen trockenen Materials war:	in 89.5 g Trockensubst. pro Tag
Asche . . . . .	5.75 —
Organisch . . . . .	94.25 —
N . . . . .	4.34 = 27.11 Protein 3.88
Pentosan . . . . .	5.00 4.47
Zellmembran . . . . .	7.69 6.88
Darin Zellulose . . . . .	4.35 3.89
Mit Pentosan . . . . .	1.59 1.42
Restsubstanz . . . . .	1.65 1.49
Fett . . . . .	1.66 —
Stärke <sup>1</sup> . . . . .	54.45 48.68
Kalorien . . . . .	4.410 394.6

Im Kot war für 100 Teile Trockensubstanz:	in 37.43 g Kot pro Tag
Asche . . . . .	46.74 —
Organisch . . . . .	53.26 —
N . . . . .	3.59 1.34
Pentosan . . . . .	2.86 1.07
Zellmembran . . . . .	10.86 4.06
Mit Zellulose . . . . .	7.23 2.70
Und Pentosan . . . . .	1.40 0.52
Restsubstanz . . . . .	2.23 0.84
Fett . . . . .	2.25 0.84
Stärke . . . . .	3.01 1.12
Kalorien . . . . .	296.00 110.70

Der Hund ertrug die reichliche Menge Zitterlinse ohne die geringste Störung des Befindens, auch die Ausscheidungen waren völlig normal. Das Präparat war sehr reich an Eiweiß, wie es die verwandten Leguminosen sind; es enthält aber ziemlich viel Zellmembran, doch nicht so viel wie etwa Vollkornbrot, etwa einem Mehl aus dekortiziertem Getreide entsprechend. Das gefütterte Fleisch kommt für die N-Ausscheidung und den Kalorienverlust mit in Frage.

<sup>1</sup> Berechnet.

<sup>1</sup> Als Differenz gerechnet.

<sup>2</sup> *Zeitschr. f. Biol.* Bd. XXXI. S. 32.

	N in g	Kalorien
Es wurde verloren . . . . .	1.34	110.7
Ab für Fleisch . . . . .	0.95	56.3
Bleibt für die Zitterlinse . . . . .	0.39	54.4

Demnach war der Verlust prozentisch folgender:

an N . . . . .	10.05
.. Kalorien . . . . .	13.79
.. Zellmembran . . . . .	69.32
.. Zellulose . . . . .	69.41
.. Pentosan der Zellmembran . . . . .	36.45
.. Gesamtpentosan . . . . .	23.91
.. Stärke . . . . .	2.30

Die Resorption ist nicht ungünstig, der Verlust an Kalorien etwa dem hoch ausgemahlten Korne entsprechend; die Zellmembranen sind schlecht resorbierbar, rühren also von den mitvermahlten Schalen her. Die Stärke steht im Verlust höher, als bei vielen Brotsorten gefunden wurde. Somit ist das Zitterlinsenmehl ein Surrogat, das ausnahmsweise in der Not zur Streckung der Kost benützt werden kann, soweit die Verhältnisse der Verdaulichkeit in Frage kommen. Die feine Zermahlung hat die sonst bei Leguminosen durch die groben Schalen leicht hervortretende Störung der Verdauung hier vermieden.

#### Roßkastanien.

Zu den Surrogatmitteln sind auch die Roßkastanien zu rechnen, deren Verwendung für Menschen und Tiere erst nach Entbitterung durch Extraktion mit Wasser (oder Alkohol) tunlich ist. Schätzungsweise wird berichtet, daß die Ernten pro Jahr an 138602 Tonnen betragen mögen, wovon aber jedenfalls nur ein Teil wirklich gesammelt wurde. Von einer umfangreichen Verwendung für menschliche Ernährungszwecke ist nichts bekannt geworden.

#### Über die Verdaulichkeit von Brot mit Zusatz von Nachmehl.

Der Mangel an Brotgetreide zwang zu allerlei Kombinationen und Nahrungsmischungen, die dem Fernerstehenden unbegreiflich, manchmal zwecklos und unbedeutend erscheinen mögen, da man sich besonders im Auslande gar keinen Begriff gemacht hat, wie knapp bisweilen die Brotbestände und welche momentanen Verlegenheiten zu überwinden waren. Zu diesem Flickwerk und dem Markten um den Gewinn von ein paar

Prozenten von Nahrung gehört auch nachfolgende Versuchsreihe aus dem Sommer 1918, bei der es sich darum handelte, ob sogenanntes Nachmehl, d. h. die späteren Portionen einer Ausmahlung, noch als Zusatz zu Mehl von bereits hoher Ausmahlung (94 Prozent) rationell verwendet werden kann. Man wünschte möglichst hohe Zusätze zu machen, aber schon die Backproben ließen erkennen, daß damit eine Verschlechterung des an und für sich zeitweise recht mangelhaften Brotes unabweislich war. Als Versuchspersonen dienten die Soldaten Rooffs und Kollmann, die in den früher publizierten Experimenten bereits erwähnt worden sind, was des Vergleiches wegen angeführt sein mag. Die Versuche betrafen eine Reihe mit 94 Prozent Mehl zu Brot verbucken und eine Reihe, bei der zu diesem Mehl noch 6 Prozent Nachmehl hinzugesetzt wurde. Dieses Nachmehl hatte eine graue Farbe und ergab folgende Zusammensetzung für 100 Teile trocken (die frische Substanz = 90.70 Prozent Trockensubstanz):

Asche . . . . .	4.08
Organisch . . . . .	95.92
N . . . . .	2.62
Pentosan . . . . .	17.72
Zellmembran . . . . .	18.94
Darin Zellulose . . . . .	6.55
Pentosan . . . . .	7.69
Restsubstanz . . . . .	4.70
Kalorien . . . . .	441.50

Der Aschegehalt war also sehr groß und die Zellmembranmenge etwa 3mal so viel wie der Gehalt des 94prozentigen Mehles an solchem. Man begreift, daß sich dabei auch der mäßige Zusatz von 6 Prozent zu anderem Mehl noch in jeder Hinsicht bemerkbar machen konnte.

Da die Ausführung der Experimente genau so geschah wie in früheren Versuchen, bedarf es keiner weiteren Beschreibung. Der Verlauf der Reihe mit Brot von 94 prozentiger Ausmahlung geht aus der Tabelle auf S. 10 hervor.

Die näheren Analysen von Einnahmen und Ausgaben ersieht man aus der Zusammenstellung auf S. 11.

Das Nahrungsbedürfnis war annähernd gedeckt. Die schwere Versuchsperson nahm etwas an Gewicht ab, die leichtere etwas zu. Für ein Brot von 94 prozentiger Ausmahlung war der Zellmembrangehalt sicher nicht hoch.





## Brot, 94 Prozent Ausmahlung + 6 Teilen Nachmehl.

		Kollmann	Roofls
In 100 Teil. Trockensubst.	—	698·6	712·1
Asche	2·85	19·91	20·39
Organisch	97·15	678·7	691·8
N	1·59	11·15	11·32
	= 9·93 Prot.		
Pentosan	10·15	70·91	72·28
Zellmembran	7·26	50·70	51·70
Darin Zellulose	2·40	16·76	17·04
Pentosan	3·20	22·35	22·78
Rest	1·66	—	—
Fett	1·50	—	—
Stärke	70·39	491·92	509·9
Kalorien	424·5	2988·3	3022·8

K o t.

	Kollmann	Roofls	Kollmann	Roofls
In 100 Teilen	—	—	in 100·3 g	97·1 g
Asche	7·20	7·19	7·22	6·99
Organisch	92·80	92·81	93·1	90·1
N	4·46	4·85	4·47	4·71
Pentosan	15·68	15·89	15·72	15·50
Zellmembran	38·67	35·29	38·78	34·26
Darin Zellulose	12·37	12·51	12·40	12·15
Pentosan	12·36	10·73	12·39	10·42
Rest	13·94	12·05	—	—
Fett	5·19	5·83	—	—
Stärke	8·03	7·09	8·05	6·88
Kalorien	486·9	502·3	488·3	487·6

Das allgemeine Ergebnis der beiden Versuche hinsichtlich der prozentigen Verluste der Nährstoffe ist also folgendes:

	Kollmann	Roofls	Mittel
Verlust an N	40·26	41·60	40·93
Gesamtpentosan	22·16	21·44	21·80
Zellmembran	76·33	66·27	71·30
Zellulose	73·99	70·11	72·05
Pentosan der Zellmembran	55·43	45·74	50·58
Stärke	1·60	1·15	1·37
Kalorien	16·37	16·13	16·25

Und ein Vergleich zwischen den beiden Brotsorten besagt:

	Verlust bei 94 Prozent Ausmahlung	Verlust bei Nachmehlzusatz
N	38·62	40·93
Gesamtpentosan	24·82	21·80
Zellmembran	72·47	71·30
Zellulose	82·28	72·05
Pentosan der Zellmembran	60·55	50·58
Stärke	1·88	1·37
Kalorien	15·55	16·25

In den zwei entscheidenden Punkten der N-Verluste und Kalorienverluste zeigt sich also die geringe Beimengung in 6 Teilen Nachmehl bereits einflußreich, die Zellmembran verhält sich aber etwas anders. Die beigefügten Pentosane waren löslicher als bei 94prozentigem Mehl, auch die Zellulose, dafür blieb die Restsubstanz geringer verdaut.

Nähere Aufklärung kann noch die Betrachtung der Stoffwechselprodukte bringen.

## 94prozentiges Brot + 6 Teile Nachmehl.

Person	Kalorien		Pent.	Summe	Kal. im Kot	Stoffw.-Kal. im Kot	verzehrt an Kalorien	v. Verzehrt ist Stoffw.-Kal.	von 100 Kal. Kot sind Stoffw.-Kal.
	Stärke	Zellm.							
Roofls	28·2	214·2 <sup>1</sup>	20·82	263·2	487·6	224·4	3023	7·42	46·02
Kollmann	33·0	235·2 <sup>2</sup>	13·65	281·8	488·3	206·5	2994	6·89	42·31
							Mittel:	7·15	44·16

<sup>1</sup> 140·4 + 73·8.<sup>2</sup> 158·9 + 76·3.

Person	auf 100 Kot=Prot.	Kot pro Tag	Prot. pro Tag	N	N im Kot	Stoffw.-N im Kot	N-Zufuhr	Prot.-Verlust	auf 100 N ist	
									Stoffw.-N	Stoffw.-N
Roofls	18·57	97·07	18·01	2·88	4·71	1·83	11·32	25·44	38·85	
Kollmann	18·58	100·30	18·63	2·96	4·47	1·51	11·10	26·67	33·78	
							Mittel:	26·05	36·31	

Die Stoffwechselprodukte waren gegenüber dem Mehl von 94 Prozent etwas vermehrt (7·15 gegen 6·14), der Proteinverlust war 26·05 Prozent gegen 21·61 Prozent bei der 96prozentigen Ausmahlung. Im letzteren Fall war das Prozentverhältnis des Stoffwechsel-N etwas vermehrt, bei Nachmehlzusatz natürlich etwas vermindert. Der Versuch hat ein besonderes Interesse deshalb, weil er zeigt, daß sich schon kleine Zusätze schwerer verdaulicher Substanz aus den Kleieabfällen in der Verdaulichkeit bemerkbar machen.

Über die N-Ausscheidung im Harn und Kot läßt sich folgendes feststellen:

1. Tg.	Roofls				Kollmann			
	Harn N	Kot N	Summe	Bilanz	Harn N	Kot N	Summe	Bilanz
	6·2				7·3			
	6·8				8·0			
	5·2				7·1			
	5·3	4·29	10·16	+0·38	6·8	3·88	10·88	0·01
	5·6				6·5			
	5·7				6·6			
	6·5				6·8			

Beide Versuchspersonen stellten sich also fast vom ersten Tag in ihrem N-Verbrauch mit der Brotmenge ins Gleichgewicht.

Brot, 94 Prozent + 6 Teile Nachmehl.

1. Tg.	Ro o l f s				K o l l m a n n			
	Harn-N	Kot-N	Summe	Bilanz	Harn-N	Kot-N	Summe	Bilanz
	8.4				7.8			
	8.5				7.9			
	7.0				7.2			
	6.8 7.3	4.47	11.77	-0.86	6.9 6.98	4.71	11.69	-0.58
	6.8				5.7			
	7.1				6.8			
	6.5				6.6			

### Über Verwendung von Pflanzenfetten.

Die Fettversorgung war aus Gründen, die hier nicht weiter auseinandergesetzt zu werden brauchen, in Schwierigkeiten geraten. Zu den Mitteln, ihr aufzuhelfen, gehört auch die Sammlung von Walnüssen und anderen Nußarten, deren wertvolles Fett bekannt ist. Man kann annehmen, daß die Ernte aus Walnüssen allein etwa 46200 Tonnen betragen haben wird, die bei einem schätzungsweisen Gehalt von 10 Prozent Öl etwa 4620 Tonnen feinen Tafelöls gegeben haben mögen. Die Verteilung solcher Öle war eine unbefriedigende, die meisten Konsumenten haben wohl an ihr keinen Anteil erhalten. Auch das Haselnußöl kam noch hinzu und später Preßöl aus Keimlingen. Letzteres liefert zweifellos auch feine Öle Über ihren Verbleib läßt sich eine Angabe nicht machen.

Die Prefrückstände, die besonders eiweiß- und immer noch fettreich sind, haben in Bäckereien und Schokoladenfabriken usw. Abnahme gefunden. Ich habe durch Versuche gezeigt, daß die Haselnüsse, gut zerkleinert, sehr gut resorbiert werden und namentlich auch das Corylin bestens verdaut wird.

### Über die Resorption von Fett und Fettsäuremischungen und Alkoholestern.

Bei dem schon 1915 fühlbar werdenden und voraussichtlich sich verschärfenden Fettmangel war die Frage erwogen worden, inwieweit sich die vorhandenen Bestände von Fettsäure anderweitigem Neutralfett beimischen lassen, ohne schädlich zu wirken oder die Verdauung zu beeinträchtigen. Die Versuche waren zur Orientierung bei einem Hunde ausgeführt worden.

Aus der praktischen Erfahrung wissen wir aus den Zusammenstellungen, welche ich über die verschiedenen Ernährungsformen gemacht habe, daß in manchen Gegenden der Fettverbrauch wohlhabender Leute wie der Arbeiterbevölkerung bisweilen sehr erheblich ist und 25 bis 35 Prozent ihrer Gesamtkalorien ausmachen kann, daß aber andererseits der Fettverbrauch bei überwiegend vegetabilischer Kost nur 15 Prozent der Gesamtkalorien erreicht und zumeist diese Grenze auch nicht wesentlich überschreitet. Mehr als ein Kuriosum können die Ernährungsverhältnisse der Holzknecchte in Oberbayern, die Liebig untersucht hat, genannt werden, die aus lokalen Gründen und Schwierigkeiten anderweitiger Nahrungsversorgung in maximo bis 46 Prozent Fettkalorien aufnehmen. Ob das heutzutage noch in den dortigen Gegenden zutrifft, ist unbekannt. Von einem Typ der Volksernährung kann dabei nicht die Rede sein, es handelt sich nur um Saisonarbeiter. Es ist auch gar nicht bekannt, ob bei diesen Leuten nicht die Grenze für rationelle Fettresorption überschritten worden ist. In den Jahren von 1915 ab war in der Volksernährung für späterhin nur eine sehr beschränkte Fettzufuhr sicher.

Der Hund erträgt weit mehr Fett als der Mensch, er kann mit kleinen Fleischmengen und großen Fettmengen lange Zeit genährt werden; beim Menschen läßt sich ein Versuch ohne Azidose nicht durchführen. Nach den Versuchen, die Zeller in meinem Laboratorium ausgeführt hat, muß mindestens ein Zehntel der Kalorien aus Kohlehydraten bestehen, um die Azidose zu verhüten.

Freie Fettsäuren, Ölsäure, Stearin-, Palmitinsäure sind schon mehrfach in Versuchen an Tiere verabreicht worden, zuerst in der Zeit, als man sich über Zweck und Bedeutung des Glycerins klar zu werden versuchte oder auch mit Rücksicht auf die Frage, ob das Neutralfett als solches oder nach Verseifung resorbiert wird.

Der Anwendung von Fettsäuren steht im Wege, daß namentlich ranziges Fett in hohem Maße nachteilig wirkt, doch scheint es dabei wesentlich auf die Anwesenheit der niederen Fettsäuren anzukommen, denen gegenüber der Magen meist sehr empfindlich ist.

Der Darm ist auch gegen die Anwesenheit niederer Fettsäuren nicht unempfindlich, stark saure Reaktion des Chymus befördert die Nahrung rasch nach außen. Brotsorten, die in saure Gärung übergehen und bei denen Essigsäure- und Buttersäuregärung entsteht, führen mit Sicherheit zu profusen dünnen Stühlen und zu schlechter Ausnützung.

Dagegen ist der Darm tolerant gegen die Anwesenheit der Fettsäuren, die aus dem gewöhnlichen Nahrungsfett entstehen. Denn diese

finden sich sehr häufig im Kot vor, der dadurch sauer reagieren würde, wenn diese Fettsäuren wasserlöslich wären.

Diese allgemeinen Erwägungen lassen also die Beifütterung der Fettsäuren, hochatomiger Natur und gereinigt, als erlaubt erscheinen.

Über die Grenzen der Fettresorption beim Menschen habe ich zuerst bei gemischter Kost die näheren Angaben gemacht; nach diesen Untersuchungen verhält sich Fettaufnahme und Ausscheidung (Neutralfett und Fettsäure) folgendermaßen<sup>1</sup>:

	Zufuhr	Ausfuhr
Speck . . . . .	99.0	17.2
Speck . . . . .	194.7	15.2
Butter . . . . .	214.0	5.8
Speck und Butter . . . .	350.5	44.6

Die Grenze der günstigen Aufnahme liegt also zwischen 214 bis 350 g Fett im Tag. Butter, d. h. freies Fett, ohne Einschluß in Membranen, ist günstiger zu beurteilen als der Speck.

Ein Teil des im Darm ausgeschiedenen Fettes hängt gar nicht mit der Fütterung von Fett zusammen, sondern ist als Stoffwechselprodukt zu betrachten, da man gewisse Mengen von Ätherextrakt aus Kot, auch wenn kein Fett in der Nahrung vorhanden war, erhält.

Gefüttert wurde in den nachstehenden Versuchen Sesamöl, das mit verschiedenen Mengen fester Fettsäuren gemengt war. Sesamöl wird schwer ranzig, erstarrt bei  $-5^{\circ}$ . Der Schmelzpunkt der Fettsäuren war bei  $26^{\circ}$ , der Erstarrungspunkt bei  $22.3^{\circ}$ .

Die Neutralfette haben rund 9.4 kg/cal Verbrennungswärme per 1 g, für das Gemenge der Kerzenstearinsäure habe ich 9.7 kg/cal per 1 g gefunden. Der Verbrennungswert eines solchen Mischfettes von Sesamöl und festen Fettsäuren des Handels kann nicht wesentlich verschieden sein, allenfalls kommt nur eine ganz geringe Erhöhung der Verbrennungswärme des Gemisches in Frage, die für praktische Beurteilung nebensächlich ist.

Die Fütterungsreihen dauerten je 5 Tage, abgegrenzt wurde mit Knochen. Der Hund erhielt täglich 500 g Fleisch + 50 g Fett, wodurch sein Energiebedürfnis gedeckt war. Die Kalorien im Fett machten also die Hälfte der Gesamtkalorien aus. Beim 1. Versuch wurde eine Mischung von Sesamöl mit 25 Prozent Fettsäure, beim 2. Versuch reines Sesamöl und beim 3. Versuch eine Mischung von Sesamöl mit 50 Prozent Fettsäuren gegeben. Irgendeine Störung in dem Befinden des Hundes oder dem Aussehen der Ausscheidungen ließ sich nicht nachweisen.

<sup>1</sup> Zeitschr. f. Biol. Bd. XV. S. 177.

	Kot, trocken g	Fett insges. g	Neutralfett g	Fettsäure g	Seifen g	Verlust im ganzen an Fett in Prozent der Zufuhr
1. Versuch 25 Prozent Fettsäure . . .	59.0	12.59	5.94	4.18	2.47	4.64
2. .. reines Sesamöl . . . . .	56.0	10.50	5.40	2.70	2.40	4.20
3. .. 50 Prozent Fettsäure . . .	81.2	25.70	4.00	8.40	13.30	10.28

Daraus folgt, daß Gemische mit 25 Prozent Fettsäure nahezu so verdaut werden wie reines Sesamöl. Gemische mit 50 Prozent Fettsäuren sind aber unrationell und zeigen mehr als doppelt so hohen Verlust wie reines Fett. Man hätte erwarten sollen, daß bei 25 Prozent Fettsäurezugabe der Verlust des Neutralfettes um ein Viertel und im Versuch 3 bei 50 Prozent Fettsäure auf die Hälfte gegenüber dem reinen Fettversuch abfiel, das war aber nicht der Fall. In Versuch 1 war der Verlust durch Fettsäuren im Kot etwas gestiegen, aber auch, wenn auch gering, jener des Neutralfettes; bei 50 Prozent Fettsäuren stieg der Verlust an Fettsäure stark, noch mehr jener der Seifen. Ein Gemisch von 50 Prozent Sesamöl + 50 Prozent Fettsäure wäre praktisch nicht gut verwertbar, weil es leicht erstarrt.

Die Ursache der erheblichen Ausscheidung der Fettsäuren in der Form der Seifen ist nicht leicht anzugeben, vielleicht, daß der große Überschuß unresorbierter Fettsäuren bessere Gelegenheit fand, Kalk zu binden. Der Kot nach vorheriger Knochenfütterung pflegt, auch wenn er ganz rein von Verunreinigung mit Knochen aufgefangen wird, stets reich an Kalk zu sein.

Im Versuch mit 50 Prozent Fettsäure ist jedenfalls absolut weniger Fettsäure im ganzen resorbiert als bei 25 Prozent Beimengung, demnach läge eine direkte Schädigung durch die reichliche Zugabe von Fettsäuren vor.

Über die Resorption von Alkoholestern wurden auch von mir, gleichzeitig mit den bereits von anderer Seite schon veröffentlichten Experimenten, Versuche ausgeführt, deren ausführliche Mitteilung sich dadurch erledigt. Es mögen aber zwei Reihen mitgeteilt sein, die an dem gleichen Hund wie oben von Dr. Feulgen in meinem Laboratorium ausgeführt worden sind.

Das eine Präparat war bei Zimmertemperatur spröde und brüchig und schmilzt bei 25 bis  $26^{\circ}$ , ohne vorher wesentlich zu erweichen. Es ist unlöslich in Wasser, aber leicht löslich in kaltem Alkohol, sehr leicht

löslich in Äther. Der Körper ist neutral und enthält keine freien Fettsäuren; er addiert in ätherischer Lösung kein Brom, enthält also keine Ölsäureester. 5mal 50 g wurden an 5 Tagen (Januar 1916) an einen Hund neben 500 g Fleisch verfüttert. Im Kot des Hundes wurden gefunden:

Neutralfett . . . . .	3.2 g
Freie Fettsäure . . . . .	3.9 g
Fettsäuren aus Seifen . . . . .	8.7 g
Gesamtfett . . . . .	15.8 g = 6.3 Prozent

der verfütterten Menge

Mit dem Speisefettersatz wurden Bratkartoffel zubereitet und mit diesen etwa 30 g Fett genossen. Die Bratkartoffeln waren in bezug auf den Geschmack vorzüglich, jedoch stellte sich hinterher Neigung zu Aufstoßen ein, wobei sich ein sehr unangenehmer Geschmack, etwa nach Stearinkerzen, geltend machte.

Ein weiterer Versuch mit einem anderen Präparat lieferte folgendes Ergebnis:

Kottrockensubst. 59 g in 10 Tg. darin war enthalten	für 5 Tage ber.	
Neutralfett . . . . .	2.3 g	1.15 g
Freie Fettsäure . . . . .	0.30 g	0.15 g
Fettsäure als Seife . . . . .	21.9 g	10.95 g
Gesamtfett . . . . .	24.5 g	12.2 g
	= 4.9 Prozent Verlust	

Die Resorption ist hier fast ebenso günstig wie bei Sesamöl; auffallend ist, daß der Verlust in Form von Seifen sehr erheblich, jener als Fettsäure und Neutralfett weit geringer war als bei Sesamöl.

Beim Braten war aber ein sehr starker unangenehmer Geruch entwickelt worden, so daß schon deshalb dieser Speisefettersatz unbrauchbar schien. Für Kunstbutterbereitung und bei kalter Verwendung schienen keine Bedenken gegen die Verwendung vorzuliegen.

### Über Trockenmilch.

Trockenmilchpräparate sind nicht neu, doch wurde in den letzten Jahren das Zentrifugaltrockenverfahren von Krause eingeführt und eine Reihe von Fabriken gebaut, doch nur beschränkt in Gebrauch genommen. Der Vorzug der Trockenmilch ist die bequeme Transportfähigkeit und Aufbewahrung dieser Konserve und die leichte Herstellung einer gebrauchsfähigen Milch. Eine Sterilisierung der Milch findet dabei nicht statt, sie kann aber bei dem Auflösen der Milch nachträglich erzielt werden, wenn

man sie aufkocht. Bei der Hardelmilch liegt die Sache ja auch nicht anders. Man kann also daraus keinen Vorwurf für das Verfahren ableiten.

Von den Präparaten hielt sich das aus Vollmilch hergestellte weniger gut, es wurde allmählich ranzig; ein später mir zugekommenes, aus Magermilch hergestelltes war nach vielen Monaten noch ebensogut wie zu Anfang nach Eingang der Sendung.

Was die Verdaulichkeit anlangt, so ist durch meine Versuche bekannt, daß die Milch an sich weniger gut vom Erwachsenen ausgenutzt wird als von Kindern und daß die Grenzen der guten Resorption schon bei 4 l Aufnahme pro Tag überschritten sein können. Dagegen hat Thomas später im Eigenversuch gezeigt, daß von manchen Personen viel mehr Milch bei guter Ausnützung aufgenommen werden kann. Ich nehme an, daß die Art der Fällung des Kaseins im Magen an dieser Ungleichheit der Resorption wesentlich beteiligt ist. Besser wie die ursprüngliche Milch wurden Gemische von Milch und Käse verwertet.

C. Thomas hat auch eine Versuchsreihe mit aufgelöster Trockenmilch ausgeführt und ist dabei zu dem Resultat gekommen, daß solche Präparate nicht schlechter wie frische Milch ausgenutzt werden.<sup>1</sup>

Da das Bedenken geäußert wurde, daß Krauses Trockenmilch nicht die gleiche Güte zeige wie andere Präparate, so ist ein Versuch damit angestellt worden. Die Substanz ist schneeweiß, wird erst mit kaltem Wasser angerührt, dann aufgekocht und eignet sich in dieser Weise zu allen möglichen Verwendungen wie frische Milch.

Versuchsperson: Z o d d e l.

Datum	Gewicht kg	Nahrungsaufnahme	K o t		Zeit
			frisch g	trocken g	
9. XI. 17	57.5	500 g Trockenmilch, lufttr. + 3 l Wasser	15	5	9 <sup>00</sup> V.
10. XI.	57.5	500 „ „ + 4 „	220	45	9 <sup>00</sup> V.
11. XI.	57.5	500 „ „ + 4 „	110	25	9 <sup>00</sup> V.
12. XI.	57.0	500 „ „ + 4 „	150	35	9 <sup>00</sup> V.
13. XI.	56.7	gemischte Kost. . . . .	20	5	9 <sup>00</sup> V.
		2000 g Milchpulver	515	115	

Die Zusammensetzung des Milchpulvers war folgende:

9.00 Prozent Wasser . . . . .	in der Trockensubstanz
8.60 „ Asche . . . . .	9.45 Prozent
4.96 „ N . . . . .	5.45 „
0.41 „ Fett . . . . .	0.45 „
400.4 Kalorien . . . . .	440.00 Kalorien

<sup>1</sup> Dies Archiv. Physiol. Abtlg. 1909. S. 417 ff.

Somit betrug die Nährstoffaufnahme:

in 2000 g	Einfuhr im Tag
1820.00 g Trockensubstanz	455.00 g Trockensubstanz
172.00 g Asche	43.00 g Asche
1648.00 g org. Subst.	412.00 g org. Subst.
99.2 g N	24.8 g N
8.13 g Fett	2.00 g Fett
8009 Kalorien	2002 Kalorien

Eine Vollernährung bestand also nicht, doch deckte die Milch den wesentlichsten Teil des Kalorienbedürfnisses.

Die Ausscheidungen waren folgende:

Kot lufttrocken, in der Trockensubstanz	in 115 g	im Tag
11.00 Prozent Wasser	12.7	—
45.00 „ Asche	51.7	12.9
44.00 „ organ. Subst.	50.6	12.4
4.35 „ N	5.0	1.25
2.03 „ Neutralfett	2.3	0.58
0.73 „ Fettsäure und Seife	0.84	0.21
234.5 Kal. = 532.8 Kal. für organ. Subst.	269.7	67.4

Daraus ergibt sich als Verlust:

Asche	30.1 Prozent
Organ. Subst.	3.1 „
N	5.0 „
Kalorien	3.4 „

Die Magermilch lieferte im Tag nur 2.0 g Fett in der Einnahme, die Ausscheidungen = 0.79 g lassen sich darauf nicht beziehen, sie sind im ganzen als der übliche Ätherextrakt des Kotes, also als Stoffwechselprodukt aufzufassen.

C. Thomas hatte früher a. a. O. als Verlust bei einem Milchtrockenpräparat gefunden:

Asche	35.07 Prozent
Organ. Subst.	4.33 „
N	5.92 „
Kalorien	4.92 „

Die Krausesche Trockenmilch steht also in keiner Weise, was ihre Verdaulichkeit anlangt, hinter dem früher untersuchten Präparat anderweitiger Herkunft zurück. Die Trockenmilchen überhaupt zeigen keine Verminderung der Ausnützung im Verhältnis zu frischer Milch, ja sie war

erheblich besser, als ich selbst früher bei einer ähnlichen hohen Aufnahme der Trockensubstanz, wie sie hier gegeben wurde, beobachtet hatte.

Für die N-Ausscheidung fand sich:

Urin		Kot	Ausfuhr
1400 cem	16.6 g N	1.25	= 17.85 g N im ganzen
1200 „	20.5 g N	1.25	= 21.75 g N „ „
1860 „	17.2 g N	1.25	= 18.45 g N „ „
2120 „	17.9 g N	1.25	= 19.15 g N „ „
Sa. 72.2 g N			

Bei dem vorher mit N-amer Kriegskost lebenden Mann wurde bei der täglichen Zufuhr von 24.84 g N natürlich ziemlich viel Eiweiß angesetzt, doch nähert er sich allmählich dem N-Gleichgewicht.