

Literaturverzeichnis.

- Biedermann, W., a) Geformte Sekrete. *Z. f. allg. Physiol.* II. 1903. b) in H. Winterstein, *Lehrb. d. vergl. Physiol.* Bd. II. S. 814—887.
- Bütschli, O., *Untersuchungen über Strukturen.* Leipzig 1898.
- Braun, M., Über die histologischen Vorgänge bei der Häutung des Flußkrebsees *Arb. a. d. Zool.-Zootom. Inst. z. Würzburg.* Bd. II, 1875.
- Graber, V., Fortgesetzte Unters. über die nachembryonale Entwicklung u. d. Cuticula d. Geradflügeler. I. *Progr. d. k. k. 2. Staatsgymnasiums in Graz.* 1870.
- Hass, W., Über das Zustandekommen der Flügeldeckenskulptur einiger Brachyzeriden. *Sitzber. d. Ges. naturf. Freunde* Berlin 1914. No. 7.
- Derselbe, Über Metallfarben bei Buprestiden. *Sitzber. d. naturf. Freunde.* Berlin 1916. Nr. 9.
- Hasse, E., *Observationes de sceleto Astaci fluviatilis marini.* Lipsiae 1833.
- Holmgren, Nils, Über das Verhalten des Chitins und Epithels zu den unterliegenden Gewebsarten d. Insekt. *Anat. Anz.* 1902.
- Kapzow, S., Untersuchungen über den feineren Bau der Cuticula bei Insekten. *Ztschr. f. wiss. Zool.* XCVIII. 1911.
- Krüger, E., Über die Entwicklung der Flügel der Insekten mit bes. Berücksichtigung der Deckflügel der Käfer. *Inaug.-Diss.* Phil. Fak. Göttingen 1898.
- Lavalle, Recherches d'anat. microscop. sur le test des Crustacées décapodes. *Ann. de Sc. nat.* 3. Ser. T. 7. 1847.
- Leydig, F., Zum feineren Bau der Arthropoden. Müllers *Arch.* 1855.
- Nathusius v. Königsborn, *Untersuchungen über nicht zelluläre Organismen.* Berlin 1877.
- Plotnikow, W., Über die Häutung und über einige Elemente der Haut bei den Insekten. *Zeitschr. f. wiss. Zool.* LXXVI. 1904.
- Schulze, P., Chitin- u. andere Cuticularstrukturen bei Insekten. *Verhdlg. d. Deutsch. Zool. Ges. z. Bremen.* 23. Vers. 1913.
- Tullberg, T., Studien über den feineren Bau und das Wachstum des Hummerpanzers und der Molluskenschalen. *Schwed. Akad. d. Wissensch.* 1881.
- Vallentin, G., Über die Organisation des Hautskelettes der Crustaceen. *Repert. Anat. e. Physiol.* Bd. I. 1837.
- Vitzou, A. N., Recherches sur la structure et la formation des Segments chez les Crustacées décapodes. *Arch. de Zool. experim.* T. X. 1882.
- Wester, D. H., Über die Verbreitung und Lokalisation des Chitins im Tierreich. *Zool. Jahrb. Syst.* XXVIII. 1909/10.

Über die Gerste als Nährmaterial.

Von

Geheimrat Max Rubner.

Die Gerste dient in der Volksernährung zu mannigfachen Zwecken, selten ausschließlich zur Brotbereitung, öfter noch als teilweises Surrogat für Weizen- und Roggenmehl, ferner zur Herstellung von Graupen, zur Bierbereitung, Herstellung von Kaffeesurrogaten und als Viehfutter vor allem für Schweine. Die Verhältnisse haben sich im Krieg geändert, zwar wird noch viel Gerste verfüttert, aber die Verwendung zur Bierbereitung hat ab-, die für die Herstellung von Kaffeesurrogaten zugenommen. Der Nutzeffekt, der aus den Nährstoffen der Gerste gezogen wird, ist sehr ungleich, am geringsten bei der Verfütterung zur Fleisch- und Fettproduktion, erheblich größer bei der Herstellung von Brot und Graupen, wobei wechselnde Mengen Kleie abfallen, gering bei der Gewinnung von Kaffeesurrogaten, etwas größer bei der Bierbereitung, da sich anderweitig gut verwendbare Nebenprodukte ergeben.

Die älteste Verwendung der Gerste scheint nicht die zur Brotbereitung, sondern zur Herstellung einer Art von Polenta gewesen zu sein, wozu die Gerste geröstet, gemahlen und mit Wasser gekocht wurde. So war sie zuerst den Griechen, Römern und Israeliten bekannt. Im Anschluß an die früheren Untersuchungen über Weizenbrot und Roggenbrot soll zunächst der Wert und die Verdaulichkeit des reinen Gerstenbrotes untersucht werden.

a) Das Gerstenbrot.

Die Verwendung der Gerste zu Brot beschränkt sich jedenfalls heutzutage nur auf engbegrenzte Gebiete, man kennt die Eigenart des Gerstenbrotes, rasch auszutrocknen und hart zu werden. Nach Plinius wurde die Verabreichung von Gerstenbrot als eine Strafe für den römischen Soldaten angesehen.

Zu meinen Versuchen stand mir Gerste von besonderer Zubereitung zu Gebote. Nach einem patentierten Verfahren wird die Gerste so geschält, daß Frucht- und Samenschalen weggenommen und nur der Keimling mit an dem Korn haften bleibt. Hierauf läßt man das Korn etwas keimen, wodurch die Zellmembranen aufgeschlossen werden sollen, wobei das Eiweiß sehr leicht aus ihnen entfernt werden kann, röstet dann das Korn und zermahlt es. Es soll als Morgensuppe Verwendung finden, um Kaffee zu ersetzen. Auf diesen Gedanken will ich nicht weiter eingehen, der Ersatz von Genußmitteln durch andere Substanzen völlig verschiedener Natur ist eine Frage, die hier nicht erörtert werden kann. Die so vorbereitete Gerste kann aber auch zu Brot verwendet, und so besser als in Suppenform dem Genusse zugeführt werden. Die staatliche Versuchsanstalt für Getreideverwertung hat aus diesem Material Brot hergestellt. Das Gebäck ist unvollkommen, wenig porös, bleibt flach anstatt gut aufzugehen, es ist auch richtig, daß die freie Oberfläche schnell austrocknet und daß das Brot überhaupt nach mehreren Tagen sehr hart wird. Doch schmeckt es gut und bietet beim Durchkauen einen angenehmen Geschmacksreiz. Das zu harte Brot habe ich selbst zum Teil mit der Suppe verzehrt. Die Gasbildung ist recht lebhaft, der Kot fest und trocken. Soweit meine persönliche Wahrnehmung.

Über die Verdaulichkeit von Gerstenbrot ist bis jetzt meines Wissens näheres nicht festgestellt worden. Bei Kellner und Mori¹ wird summarisch nach einem Vortrag von K. Osawa in Tokio 1887 angeführt, daß von gekochter, geschälter Gerste 84.9 Prozent der Trockensubstanz und 43.3 Prozent des N verdaut, also verloren werden 15.1 Prozent bzw. 56.7 Prozent, was für entschälte Gerste ein ziemlich ungünstiges Verhältnis wäre. Doch ist aus Kellners Zitat nichts über Osawas Versuchsordnung usw. bekannt, die Ergebnisse sind also nicht weiter zu deuten. Nach dem, was ich über die Bedeutung der Zellmembran bisher nachgewiesen habe, kann man zutreffende Vergleiche nur unter genau gleichartigen Bedingungen des Zellmembrangehaltes verschiedener Zerealien ausführen.

Ich habe mit Brot erwähnter Herstellung zwei längere Versuche mit zwei Soldaten O. und Sch, die bereits vielfach solche Experimente angestellt haben, ausgeführt. Sie lebten 6 Tage damit, genossen frei nach ihrem Sättigungsgefühl. Da inzwischen die freie Verköstigung ziemlich mangelhaft war, wurde anscheinend die Gelegenheit zur Auffütterung wahrgenommen. Neben Brot kam noch etwas Fett als Zugabe in Betracht. Den allgemeinen Verlauf der Experimente gibt nachfolgende Zusammenstellung:

¹ Zeitschrift für Biologie. Bd. XXV. S. 121.

Gerstenbrot. Schönherr.

Datum	Versuchstag	Körpergewicht	N a h r u n g	Brot, frisch berechnet	Harn		Kot			
					ccm	g N pro Tag	Zeit	frisch	trocken	
1917										
7. III.	1.	68	1210 g Brot, 60 g Fett	1210.0	1880	9.9	—	—	—	
8. III.	2.		1230 „ 60 „	1230.0	2140	8.1	10 ^h 00' v.	400	90	
9. III.	3.	66½	1070 „ — „	1085.3	2340	8.5	4 20 n.	270	65	
10. III.	4.		1140 „ — „	1147.6	1520	7.4	10 30 v.	404	89	
11. III.	5.	64½	1100 „ — „	1114.3	2860	8.2	3 30 n.	390	90	
12. III.	6.		1100 „ 50 „	1114.4	1260	8.4	6 50 n.	329	69	
13. III.	7.		—	—	—	—	11 20 v.	259	54	
			Summe Brot =	6902.0				Se. Kot		457
			pro Tag =	1150.0						
			Trockensubstanz =	760.5						
			dazu Fett =	28.3						

Gerstenbrot. Oehm.

Datum	Versuchstag	Körpergewicht	N a h r u n g	Brot, frisch berechnet	Harn		Kot			
					ccm	g N pro Tag	Zeit	frisch	trocken	
1917										
7. III.	1.	71	1245 g Brot, 60 g Fett	1245.0	1530	10.4	—	—	—	
8. III.	2.		1260 „ 60 „	1268.0	1820	9.7	—	—	—	
9. III.	3.	70½	1230 „ 15 „	1245.9	1460	9.4	8 ^h 00' v.	304	84	
10. III.	4.		1200 „ — „	1224.0	1400	8.1	9 00 „	420	110	
11. III.	5.	70	1140 „ — „	1155.1	2690	9.3	11 00 „	120	39	
12. III.	6.		1140 „ 50 „	1155.1	1160	8.2	11 00 „	247	77	
13. III.	7.	70	—	—	—	—	9 00 „	120	40	
			Summe Brot =	7293.0				Se. Kot		350
			pro Tag =	1216.0						
			Trockensubstanz =	804.0						
			dazu Fett pro Tag =	31.6						

Die Resultate der Analysen der Nahrung und des Kotes, der beiden Versuchspersonen sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Gerstenbrot.

	In 100 Teilen trocken	Oehm 804.0 g Trockensubstanz pro Tag	Schönherr 760.5 g Trockensubstanz pro Tag
Asche	3.90	31.35	29.65
Organisches	96.10	772.7	770.9
N	1.67	13.41	12.70
Pentosan	6.51	52.34	49.50
Zellmembran	5.79	46.54	44.02
Pentosan der Zellmembran	1.63	13.10	12.39
Zellulose „ „	1.78	14.31	13.54
Restsubstanz der „	2.38	19.13	18.10
Fett	0.28	22.51	21.29
Kalorien	446.1	3586.6	3392.8

In 100 Teilen Zellmembran:

Zellulose	30.74
Pentosan	28.25
Restsubstanz	41.01

Kot.

	In 100 Teilen trocken Kot		Oehm in 58.3 g pro Tag	Schönherr in 76.1 g pro Tag
	Oehm	Schönherr		
Asche	8.94	11.06	5.2	8.4
Organisches	91.06	88.94	53.1	67.7
N	6.12	6.09	3.56	4.63
Pentosan	12.41	11.47	7.23	8.73
Zellmembran	25.79	26.29	15.03	20.10
darin Pentosan	6.13	7.70	3.57	5.86
„ Zellulose	11.20	10.80	6.52	8.21
„ Restsubstanz	8.46	7.79	5.04	5.93
Fett	5.19	4.70	3.02	3.58
Stärke	6.80	6.20	3.96	4.72
Kalorien	499.6	488.8	291.1	971.5

In 100 Teilen Zellmembran:

	Oehm	Schönherr
Zellulose	43.41	41.08
Pentosan	23.89	29.66
Rest	32.70	29.26

Die beiden Personen verzehrten nicht die gleiche Nahrungsmenge, Person Sch. etwas weniger. Die Ausscheidungen waren ziemlich verschieden, bei O. kam wesentlich weniger Kot als bei Sch., während in allen früheren

Versuchen es gerade umgekehrt war und O. eine etwas geringere Verdaulichkeit aufwies wie Sch. Worauf sich diesmal dieser Unterschied gründete, läßt sich schwer sagen. Was zunächst die Beschaffenheit des Brotes anlangt, so geht es mit einem Zellmembrangehalt von 5.8 Prozent der Trockensubstanz über den Zellmembrangehalt der Graupen von 67 Prozent Ausmahlung noch hinaus, mit Roggen verglichen, entspräche es einer Ausmahlung von über 72 Prozent. Vielleicht wird es in Zukunft besser sein, solche Vergleiche nach dem Zellmembrangehalt des Produktes als nach dem Grade der Ausmahlung zu machen, da man in letzterem Falle von einem unbekanntem Rohmaterial ausgeht und z. B. 70 oder 60 Prozent Ausmahlung ja ganz verschiedene Produkte für die Ernährung darstellen können. Die Zellmembran enthielt weniger Pentosan wie anderweitig untersuchte Graupenproben. Dies würde sich durch die Schonung des Keimlings erklären, der weniger Pentosane in der Zellmembran führt, wie das umliegende Gewebe der Frucht und Samenhaut. Der Eiweißgehalt des Brotes ist in Anbetracht der vorliegenden Ausmahlung recht erheblich.

Die Nahrungsaufnahme bei beiden Personen war:

Bei Oehm	1216 g frisches Brot + 31.6 g Fett = 804.0 Trockensubstanz im Brot = 3586.6 Kal. + 293.8 Fett Kal. = 3880.4 Kal.
„ Schönherr	1150 g frisches Brot + 28.3 g Fett = 760.4 Trockensubstanz im Brot = 3392.8 Kal. + 263.1 Fett Kal. = 3655.9 Kal.

Betrachtet man das Gesamtergebnis für die Kalorien und den N, so hat man als Verlust in Prozenten:

	Bei Oehm	Bei Schönherr
Kal.	8.11	10.96
N	26.54	36.45

Für eine ähnliche Ausmahlung ergab bei denselben Personen sich bei Roggenbrot ein Verlust von 11.7 Prozent der Kalorien und 39.7 Prozent des N, im Verhältnis hierzu ist das Resultat bei O. sehr gut, bei Sch. zwar ungünstiger wie bei O., aber doch nicht ungünstiger wie für den Roggen. Die Ausnützung bei O. kommt im N etwa dem Weizen (80 Prozent Ausmahlung) nahe (24.56 Prozent N-Verlust). Eine besondere Aufschließung der Proteinstoffe durch das gewählte Verfahren läßt sich also nicht nachweisen.

Die Nahrung war sicher genügend für die beiden Leute und ihre Beschäftigung, trotzdem nahmen sie an Gewicht ab, sie kamen, wie nachfolgende Tabelle zeigt, mit dem N der Nahrung annähernd ins Gleichgewicht (Tabelle S. 344). O. setzte + 3.71 g N an, Schönherr gab 2.56 g N in 6 Tagen ab, ersterer nahm um 1 Kilo, letzterer um 4 Kilo in derselben Zeit ab, nach

der Sachlage kann es sich nur um Wasserabgabe gehandelt haben, woraus zu folgern ist, daß bei der üblichen, ziemlich ungenügenden Durchschnittskost besonders bei Sch. erhebliche Wassermengen angesetzt worden waren.

Oehm.

März 1917	Harnmenge in cem	N im Harn	N im Kot	Summe	Aufgenommene N	Bilanz
7.	1530	10.4	3.56	13.96	13.69	- 0.27
8.	1820	9.7	3.56	13.26	13.94	+ 0.68
9.	1460	9.4	3.56	12.96	13.70	+ 0.74
10.	1400	8.1	3.56	11.66	13.44	+ 1.78
11.	2690	9.3	3.56	12.86	12.70	- 0.16
12.	1160	8.2	3.56	11.76	12.70	- 0.94

Schönherr.

7.	1880	9.9	4.63	14.53	13.31	- 1.22
8.	2140	8.1	4.63	12.73	13.53	+ 0.80
9.	2340	8.6	4.63	13.23	11.93	- 1.30
10.	1520	7.4	4.63	12.07	12.62	+ 0.55
11.	2860	8.2	4.63	12.83	12.25	- 0.58
12.	1260	8.4	4.63	13.03	12.25	- 0.78

Ich habe an der Hand der früher veröffentlichten Versuche schon mehrfach auf die Unsicherheit des Körpergewichtes zur Beurteilung einer zureichenden und nicht zureichenden Kost hingewiesen und möchte daher hier noch besonders betonen daß auch wochenlange Versuche, bei denen ein gleichmäßiges Gewicht beibehalten wird, kein Beweis für eine zureichende Nahrung sind, wenn man mit Wasseransatz von mehreren Kilogramm mitunter rechnen muß. Die Ursachen der Wasseransätze sind uns so weit bekannt, als unzureichende Kost leicht zu Wasseransatz führt, warum aber manchmal dies Wasser auch wieder ausgeschieden wird, trotzdem noch ein Kalorienmangel vorliegt¹ ist vorläufig nicht zu klären. Person Sch. reichte mit 12.9 g N p. Tag anscheinend gerade aus; wenn man die Schweißverluste schätzt, so war der N-Verbrauch wohl über 14 g pro Tag bei sicherlich an Kohlehydraten etwas abundanter Kost (= 87.5 g Protein).

Bezüglich der Proteinausnutzung läßt sich folgendes sagen:

¹ Siehe z. B. die Versuche mit Äpfeln. *Dies Archiv.* 1916. Physiol. Abtlg. S. 237.

Person	Protein im Kot pro Tag	= N	N-Ausscheidung im Kot	Protein-N abgezogen	N-Aufnahme im Tag	Prozent Verlust an Protein	Prozent Verlust an Stoffwechsel-N	Auf 100 Ges.-N-Ausscheidung im Kot trifft Stoffwechsel-N
O.	12.97	2.07	3.56	1.49	13.41	15.43	11.11	41.8
Sch.	18.03	2.87	4.63	1.76	12.70	22.60	13.86	38.0

Der Verlust ist bei beiden Versuchspersonen erheblich verschieden und beträgt im günstigsten Falle 15.43 Prozent. In diesem Falle ist er wesentlich besser als er bei Roggen gleichen Zellmembrangehaltes wäre und im zweiten Falle nicht schlechter als bei Roggen im ganzen, also besser als bei Brot aus letzterem. Das Verhältnis zwischen Gesamt-N-Ausscheidung und N in Stoffwechselprodukten ist in beiden Fällen nicht sehr verschieden (Mittel 39.9 Prozent).

Hinsichtlich der Ausnutzung der Pentosane und der Zellmembran gibt nachstehende Tabelle Aufschluß.

Von 100 Teilen werden verloren:

	Oehm	Schönherr	Mittel	Bei Roggenbrot v. 75 proz. Ausmahlg.
Von den Gesamtpentosenen . . .	13.81	17.66	15.73	19.0
„ Zellmembran . . .	32.29	45.66	38.97	47.0
„ Zellulose d. Zellmembr. . .	45.57	60.69	53.10	50.8
„ Pentosan „ . . .	27.27	47.29	37.28	37.8
„ der Restsubst. „ . . .	26.35	32.76	29.55	52.4
„ freien Pentosen . . .	9.33	7.73	8.53	5.6

In allen Teilen, die mit der Zellmembran zusammenhängen, war diesmal die Ausnutzung bei Sch. herabgesetzt, vielleicht auffallend ist die geringe Lösung der Pentosane in der Zellmembran bei Sch. Die freien Pentosane zeigen in beiden Fällen eine sehr gute Resorption, bei Sch. sogar noch etwas besser als bei O., was übrigens nichts besagen will, da, wie ich öfter hervorgehoben habe, auch gelöste Pentosane aus der Zellmembran im Darm liegen bleiben können, wenn die Zellmembran sich in den unteren Partien des Dickdarmes erst löst, wo an und für sich die Resorption sehr eingeschränkt erscheint.

Die großen Unterschiede in der Gesamtverdaulichkeit zwischen beiden Personen erklären sich auch durch die ungleiche Resorption der Zell-

membran nicht, allein die Differenz der organischen Substanz im Kote macht $67.7 - 53.1 = 14.6$ g täglich, der Unterschied der Resorption der Zellmembran $20.1 - 15.03 = 5.07$ g, d. h. die Zellmembran deckt nur $\frac{1}{3}$ des Mehrverlustes. Mit der minderen Verdauung geht also der Verlust anderer Produkte und eine Steigerung der Stoffwechselprodukte offenbar Hand in Hand. Von dem erhöhten Proteinverlust war bereits oben die Rede. Was die übrigen Bestandteile anlangt, so läßt sich folgendes sagen:

Beide Personen unterscheiden sich in diesem Versuche wesentlich in der Resorption der Zellmembran. Sch. hat weniger gut verdaut als O. In der Resorption der „freien Pentosane“ ist kein Unterschied, er findet sich nur da, wo es sich um die Lösung der Zellmembran handelt. Zum Vergleich habe ich die Mittelwerte der Verdauung der Zellmembran des Roggens bei 75 Prozent Ausmahlung bei den Personen herangezogen. O. verdaute alle Bestandteile der Gerstenzellmembran etwas besser als dem Mittelwert des Roggens entspricht, bei Sch. ist zwar im ganzen die Zellmembran um wenig besser verdaut als jene des Roggens, im einzelnen sind aber Unterschiede vorhanden, so in der Zelluloselösung, die bei ungünstiger Resorption im allgemeinen immer zuerst in ihrer Resorption geschädigt wird. Daß das Gesamtergebnis etwas günstiger als beim Roggen ist, erklärt sich wohl daraus, daß bei der angewandten Schälmethode der Gerste die eigentlichen Kleberzellenlagen besser entfernt werden, als bei der sonst üblichen Zermahlung, es nimmt relativ das Mehl an Keimlingsgewebe zu und dieses ist, wie ich a. O. gezeigt habe, besser resorbierbar. Vielleicht hätte man erwarten können, daß der Unterschied noch mehr zugunsten der Gerstenzellmembran ausfallen sollte.

Die Trennung der Ausscheidungen in Stoffwechselprodukte und Unverdauliches ergibt sich aus nachstehender Tabelle:

Person	Verlust an Kal. im Kot				Kal. im Kot insgesamt	Kal. im Kot aus Stoffwechselprod.	Verzehrte Kal. im Brot	Von Verzehrten entz. Prozent Stoffwechselprod.	Von 100 Kal. im Kot sind Stoffwechselprodukte
	Stärke	Zellmembran	Pentosan	Summe					
O.	16.63	129.3	28.2	174.1	291.1	117.0	3587	3.26	40.2
Sch.	19.82	171.9	34.04	225.7	371.8	146.1	3393	4.30	39.3

Das Ergebnis läßt ersehen, daß der Stoffwechselanteil ein geringer, und bei beiden Personen um wenig verschieden ist.

Person Sch. hat, wie schon angegeben, weniger gut ausgenützt wie O., die Ursachen liegen, wie man sieht, in der schlechten Verwertung der Zellmembran und der Stärke.

Die Bildung von Stoffwechselprodukten ist trotz der tüchtigen Leistung des Darmes gering bei beiden Personen, in der zu erwartenden Richtung verschieden. Mittel des Verlustes = 3.78 Prozent, größer als der Verlust durch Stoffwechselprodukte ist der Verlust durch Unverdauliches, das ist sehr bemerkenswert, weil bisher das umgekehrte Verhalten beobachtet worden war.

Unresorbiert blieb bei O. $(8.11 - 3.26) = 4.85$ Prozent der Zufuhr an Kal.,
bei Sch. $(10.96 - 4.30) = 6.66$,

im Mittel also 5.75 Prozent.

Für das Gerstenmehl sind die Ergebnisse der Verluste im Kote entschieden besser als bei Roggenmehl. Bei Roggen mit 65 Prozent Ausmahlung — also weniger weitgehender Ausmahlung als der Gerste entspricht — haben Thomas und ich bei 9.8 Prozent Gesamtkalorienverlust, 5.68 Prozent als Stoffwechselprodukte und 4.1 Prozent als Unverdauliches nachgewiesen. Somit scheint in dieser Beziehung die Gerste näher dem Weizen als dem Roggen zu stehen. Da die Art der Ausmahlung die Kleiezellen weniger schonete wie die Keimlinge, so kann man auch sagen, was schon durch eine frühere Untersuchung gezeigt wurde, daß die Keimlinge keine den Darm besonders zur Tätigkeit seiner Drüsen reizende Beschaffenheit haben können.

Durch den Keimprozeß, welcher nach dem Schälen des Kornes bei diesem Gerstenpräparat eintritt, wird vielleicht die Stärke zum Teil leichter löslich, allerdings steht dieser Möglichkeit der Umstand im Wege, daß durch Beseitigung der Kleberschicht auch die sekretorischen Zellen offenbar größtenteils beseitigt werden und die Diastasebildung sich mindert. Die Resorptionsgröße der Stärke läßt sich übrigens leicht feststellen. Der Stärkegehalt des Brotes ist rund 79.6 Prozent (Stärke als Rest nach Abzug von Protein, Asche, Fett, Zellmembran berechnet). Bei O. wurden 640 g Stärke, bei Sch. 509.9 g Stärke pro Tag aufgenommen. Der Verlust ist also bei O. = 0.62 Prozent, bei Sch. 0.79 Prozent, im Mittel = 0.70 Prozent. Zieht man bei der Zufuhr aber die „freien Pentosane“ von der Stärke noch ab, so sind nur 74.7 Prozent Stärke vorhanden, die Einnahmen werden für O. 600 g und für Sch. 568.1 g, der Verlust bei O. 0.66 Prozent, bei Sch.

0.83 = 0.74 Prozent im Mittel. Das ist zwar eine gute Verdauung der Stärke, sie steht aber doch hinter jener der Weizenstärke etwas zurück, ist aber nennenswert besser als jene der Roggenstärke.

Wenn man diese Ergebnisse mit den bei Weizen und Roggen durch meine Untersuchungen festgestellten Tatsachen vergleicht, so unterscheiden sich Zerealien gleicher Ausmahlung im allgemeinen nur wenig, doch darf darauf hingewiesen werden, daß der Roggen auch bei guter Ausmahlung durch die weniger gute Verdaulichkeit des Eiweißes dem Weizen und der Gerste nachsteht, denn das etwa abweichende Resultat bei Person Sch. für Gerste erklärt sich wesentlich durch das geringe Versagen der Zellmembranverdauung, welche von zufälligen Umständen abhängig gewesen sein muß, da Sch. sonst besser verdaute als O.

b) Malzkaffee.

Auf weitere Verwendungsweisen der Gerste will ich nur in aller Kürze eingehen, zunächst auf die Beschaffenheit des Malzkaffees. Nach den üblichen Annahmen liefern 1000 g lufttrockene Gerste 337 g Extrakt je nach der Art der Extraktion mehr oder weniger. Ich habe den Malzkaffee selbst, den Extrakt und den Rückstand analysiert, der Rückstand bezieht sich auf ein möglichst weitgehend ausgelaugtes Material.

In 100 Teilen Trockensubstanz sind:

	Bei Malzkaffee	Im Rückstand	In Lösung
Asche	2.68	4.17	2.33
Organisches	97.32	95.83	97.67
N	1.61	3.37	1.20
Pentosan	7.85	29.09	2.96
Zellmembran	12.11	50.00	3.39
darin Zellulose	4.57	18.98	1.28
„ Pentosan	4.34	17.16	1.37
„ Restsubstanz	3.21	13.95	0.73
Kal.	448.0	466.3	444.1

Von 100 Kal. werden etwa 38.6 Kal. in Extrakt verwertet, der Rest geht verloren. Aus der Ernte von 1916 waren etwa 320000 Tonnen zur Herstellung von Malzkaffee in Aussicht genommen, d. h. nicht weniger als rund 13 g pro Kopf und Tag. Es wurden vor dem Krieg etwa so viel Getreidekaffee wie Bohnenkaffee (dem Gewicht nach) verbraucht.

Die Menge des in Friedenszeit hergestellten Kaffeegetränkes (inkl. Surrogaten) wird auf 260¹ Liter pro Kopf und Jahr geschätzt, was entschieden noch zu gering ist. Der volle Ersatz von Kaffee durch Gerste hätte also ungeheure Quantitäten von diesem Nahrungsmittel verbraucht, doch ist dieser Forderung wohl nie ganz entsprochen worden.

c) Die Gerstengraupen.

Die Gerste bildet in Friedenszeiten als Graupe einen umfangreichen Handelsartikel, die Verwendung sollte auch im dritten Kriegsjahr möglichst gesteigert werden, doch ist die Ausführung so ziemlich in den Anfängen stecken geblieben. Immerhin war es möglich, gelegentlich etwas von diesen Graupen zu erhalten. Um möglichst viel zu liefern, hat man die Ausmahlung der Gerste nicht so weit getrieben wie im Frieden. So sind zwei Sorten mit 60 und mit 67prozentiger Ausmahlung hergestellt worden, die etwas unansehnlicher sind wie die frühere Ware. Ihre Zusammensetzung läßt aber erkennen, daß der Reichtum an Zellmembran nicht sehr bedeutend ist.

Die Graupen enthielten in 100 Teilen trocken:

	60proz. Ausmahlung	67proz. Ausmahlung
	Prozent	Prozent
Asche	1.46	1.47
N	1.53	1.54
Zellmembran	4.79	4.26
mit Zellulose	1.33	1.29
„ Pentosan	1.76	1.49
„ Restsubstanz	1.70	1.48

In 100 Teilen Zellmembran waren:

Zellulose	27.76	30.28
Pentosan	36.87	35.11
Rest	35.37	34.61

Roggen mit 65prozentiger Ausmahlung gibt 3.14 Prozent Zellmembran nach meinen Bestimmungen. Die Graupen sind also bei der gleichen Ausmahlung mit Roggen etwas reicher an Zellmembran, was eben auf die Verschieden-

¹ Bierkonsum etwa 100 Liter pro Kopf und Jahr.

heit des Ausgangsmaterials zurückzuführen ist. Zwischen den beiden Graupensorten war ein Unterschied der Zusammensetzung nicht aufzufinden, doch steht die Natur des Ausgangsmaterials nicht fest. Die hohe Ausmahlung stört beim Genuß der Graupen nicht, wohl aber wird durch diesen gemeinsamen Genuß von Brot aus 80prozent. Ausmahlung mit Graupen von 60 oder 67 die Menge der Zellhüllen in den Ausscheidungen mehr oder minder stark vermehrt.

Die Verdaulichkeit der Graupen, wie sie jetzt im Handel vorkommen, wird sehr nahe der des Gerstenbrottes sein, dessen Untersuchung vorstehend berichtet worden ist.

Die Verwertung von Keimlingen der Zerealien für die menschliche Ernährung.

Von

Geheimrat **Max Rubner.**

In dieser Zeitschrift habe ich über die Verwertbarkeit des Keimlingsmehles von Roggen und Weizen nähere Angaben nach Versuchen am Hunde gemacht und festgestellt, daß die möglichst von Kleie freigehaltenen Keimlinge ein ganz vorzügliches Nahrungsmittel sind, ihre Eiweißstoffe werden fast restlos aufgesaugt und die eigentliche Zellmembran des Keimlingsgewebes ist außerordentlich viel besser resorbierbar wie die Frucht- und Samenschale des Getreidekornes. Wenn man auch nur in runden Summen 1 Prozent des Getreides als Ausbeute von solchem Keimlingsmehl erwarten darf, so stellt es eben doch ein neues, für bestimmte Ernährungszwecke vorteilhaft zu verwendendes Material dar. Bei diesem Stande der Dinge war es erwünscht, am Menschen selbst Versuche in einer Weise anzustellen, um die wesentlichen Punkte der günstigen Verdaulichkeit, die ich am Hunde beobachtet habe, nachzuprüfen.

Das Keimlingsmehl für sich läßt eine Verwendung zur Herstellung eines Gerichtes nicht wohl zu, daher war es nötig, dasselbe als Zusatz zu einem anderen Nahrungsmittel zu benützen. Ich habe daraus ein Brot herstellen lassen. Um die Wirkung der Keimlinge möglichst klar hervortreten zu sehen, mußte feines Weizenmehl zu dem Gebäcke verwendet werden, weil bei diesem der geringe Kleiegehalt bekannt und die außerordentlich günstige Verdaulichkeit festgestellt ist.¹ Feines Weizenmehl enthält nur

¹ *Dies Archiv.* 1916. Physiol. Abtlg. S. 81.