

Die Chemie der Cerealien

in Beziehung zur
Physiologie und Pathologie

Von

Prof. Dr. F. Röhmann

Breslau

Mit 7 Textabbildungen

Sonderausgabe

aus der

Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge.

Herausgegeben von Prof. Dr. W. HERZ, Breslau.

Band XXII.

12



STUTTGART.

VERLAG VON FERDINAND ENKE.

1916.

XVI/8

15. 11. 16

Die Chemie der Cerealien

in Beziehung zur
Physiologie und Pathologie

Von

Prof. Dr. F. Röhmann

Breslau

Mit 7 Textabbildungen

Sonderausgabe

aus der

Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge.

Herausgegeben von Prof. Dr. W. HERZ, Breslau.

Band XXII.



STUTTGART.

VERLAG VON FERDINAND ENKE.

1916.

Die Chemie der Cellulose

Physiologie und Pathologie

Prof. Dr. F. Sauer



II 31846



Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

Akc. Nr. 4966/50

Erfahrungen, die im Laufe der letzten drei Jahrzehnte auf dem Gebiete der Pathologie gemacht worden sind, haben ein neues Moment in die Ernährungslehre hineingebracht, das sich als überaus anregend für die weitere physiologisch-chemische Forschung und besonders für die Chemie der Getreidearten erweist, soweit sie sich auf die im Getreidekorn enthaltenen Eiweißstoffe und andere stickstoffhaltige Substanzen erstreckt.

Es wird manchem bekannt sein, daß in den Ländern, in denen der Reis als Nahrungsmittel eine ähnliche Rolle spielt, wie bei uns die Kartoffel, eine eigenartige Krankheit endemisch ist, die Beriberi oder Kakke, welche unter zunehmender Abmagerung und Schwäche und charakteristischen nervösen Störungen zum Tode führen kann. Tausende von Menschen gingen jährlich an ihr zugrunde, bis im Jahre 1879 der holländische Arzt van Leent fand, daß die Erkrankungen der malaiischen Matrosen an Beriberi viel geringer wurden, als man ihre Beköstigung mehr nach europäischem Muster einrichtete. Dies gab offenbar die Anregung dafür, daß im Jahre 1884 auf Veranlassung von Tagaki auch in der japanischen Flotte und dann im Landheer die Kost eine Aenderung erfuhr und man von der landesüblichen einseitigen Reiskost zu einer mehr gemischten und nach europäischer Art zubereiteten Nahrung überging, die neben Reis besonders noch Gerste in Form von Brot enthielt. Der Erfolg war, daß, während in den Jahren 1878—84 auf 1000 Mann

Vortrag, gehalten in der chemischen Sektion der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur zu Breslau am 3. Dezember 1915.

Die Chemie der Cerealien.

160—370 Kakkekranken kamen und von diesen 3—11 Mann starben, seit 1884 die Kakke mehr und mehr zurückging, und die Zahl der Erkrankungen 1892 auf 1—2 ‰, die der Toten auf 0,04—0,12 ‰ gesunken war.

Dieser praktische Erfolg war erzielt worden, ohne daß man erklären konnte, worauf die schädliche Wirkung des Reises und die günstige sowohl heilende wie vorbeugende Wirkung der gemischten Kost und besonders des Gerstenbrottes beruhe.

Da machte im Jahre 1889 C. Eijkman als Leiter eines Krankenhauses auf Java die Beobachtung, daß Hühner, welche mit Küchenabfällen gefüttert wurden, unter Erscheinungen erkrankten, die ihn auf das lebhafteste an die Beriberi erinnerten. Er ging der Sache nach und fand, daß die Erkrankung — die Polyneuritis gallinarum, wie er sie nannte — stets eintrat, wenn man Hühner eine bestimmte Zeit lang ausschließlich mit Kochreis, dem uns allen bekannten weißglänzenden polierten Reis, fütterte. Das war eine jener fundamentalen Beobachtungen, welche sozusagen Marksteine in der Entwicklung der Wissenschaft bilden.

Eijkman verfolgte seine Beobachtung und fand weiter, daß die Erkrankung ausblieb, wenn die Hühner mit dem ganzen Reiskorn gefüttert wurden. Die Ursache mußte also darauf beruhen, daß beim Schälen des Reises irgendwelche für das Leben der Tiere notwendigen Stoffe verloren gehen. Diese Stoffe mußten in der Reiskleie sich befinden, ein naheliegender Schluß, dessen Richtigkeit dadurch bewiesen wurde, daß Zusatz von Reiskleie zum polierten Reis den Ausbruch der Polyneuritis gallinarum verhinderte und die Polyneuritis, wenn sie eingetreten war, schnell zur Heilung brachte.

Diese experimentellen Erfahrungen wiesen darauf hin, daß auch die Beriberi der Menschen nicht darauf beruhe, daß der Reis, der zum menschlichen Genuß diene, durch irgendwelche Bakterien oder Schimmelpilze, wie man geglaubt hatte, giftig geworden sei, oder daß der dauernde Genuß von Reis irgendwelche krankmachenden bakteriellen Prozesse im Darmkanal erzeuge, sondern daß sie mit dem Schälen des Reises im Zusammenhang stand. Es ließ sich auch nachweisen, daß die Beriberi erst in großem Umfange aufgetreten war, seitdem durch Vervollkommnung der maschinellen Einrichtungen der Reis durch Polieren seiner äußeren Hülle und der anhaftenden Schichten vollkommen beraubt wurde. Gegenden, in denen der Reis nach alter primitiver Weise mit Handmühlen gemahlen wurde, wobei ein Teil der „Aleuron- oder Wabenschicht“ auf dem Korn haften bleibt,

blieben von Beriberi verschont. Und Versuche, die auf Anregung Eijkmans an dem großen Krankenmaterial der Gefängnisse auf Java gemacht wurden, zeigten direkt, daß die Erkrankungen an Beriberi auf dem Genuß von geschältem Reis beruhten; denn bei dem Genuß von halbgeschältem und poliertem Reis, d. h. von Reis, der durch Dämpfen nur von der äußeren Zellulosehülle befreit wurde, trat Beriberi auch in den Gefängnissen nicht auf, während bei Verabreichung von poliertem Reis stets eine bedeutende Zahl der Sträflinge an Beriberi litt.

Ein Seitenstück zur Beriberi bildet die Pellagra. Es ist dies ebenfalls eine ganz charakteristische Erkrankung; sie tritt in Gegenden auf, wo sich eine ärmliche Bevölkerung überwiegend mit Mais ernährt. Während im Vordergrund des Krankheitsbildes bei der Beriberi nervöse Symptome stehen, treten bei der Pellagra Erkrankungen der Haut und Haare besonders in die Erscheinung. Auch bei ihr gehen die Menschen unter Erscheinung der Abmagerung und Schwäche zugrunde. Für den Mais wird neuerdings ebenfalls angegeben, daß es einen wesentlichen Unterschied macht, ob man Maismehl genießt, das auf modernen Mühlen hergestellt und hierbei seiner Kleienbestandteile beraubt wurde, oder ein Mehl, in dem noch die Kleie enthalten ist. Im ersten Falle erkranken die Menschen unter den Erscheinungen des Zeïsmus, d. h. mit einer Stoffwechselstörung, aber ohne die für Pellagra charakteristischen Hautaffektionen, im letzten Falle bleiben sie gesund. Die erwähnten Hauterkrankungen scheinen, wie man aus gewissen interessanten Tierversuchen schließen kann, unter dem Einfluß alkohollöslicher Bestandteile der Maiskleie zu entstehen, die merkwürdigerweise ihre Wirksamkeit unter dem Einfluß der Belichtung erhalten; auch bei den Pellagrösen sind es die dem Licht ausgesetzten Teile der Körperoberfläche, welche die charakteristischen Veränderungen zeigen.

Reis und Mais gehören botanisch zur Familie der Gramineen. Und auch der einseitige andauernde Genuß unserer zur gleichen Familie gehörenden Cerealien kann zu Erkrankungen führen. Wenn heutzutage die Menschen mit Dampfschiffen die Meere durchheilen, so finden sie an Bord alle Bequemlichkeiten des Lebens. Sie können sich hier in einer Weise ernähren, die sich kaum von der am Lande gewohnten unterscheidet. Haben doch wohl die meisten Schiffe Kühlvorrichtungen, zum mindesten Eis in größeren Mengen, wodurch die Nahrungsmittel frisch erhalten werden. Anders war es, als die langsam dahinschleichenden Segelschiffe monatelang unterwegs waren, als zur Konservierung von Fleisch und Fisch nur das Einsalzen oder das

Trocknen an der Luft benutzt wurde und das wesentliche Nahrungsmittel der Schiffszwieback bildete. Da war Skorbut eine häufig eintretende und vom Seefahrer sehr gefürchtete Krankheit. Auch in den europäischen Gefängnissen herrschte häufig Skorbut, ähnlich wie in den javanischen Gefängnissen die Beriberi. Hier wurden gelegentlich auch Beobachtungen gemacht, die fast den Wert eines Experimentes haben und beweisen, daß Menschen an Skorbut erkranken, wenn sie sich überwiegend von Wasser und Brot ernähren.

Sicher beweisend für diese Entstehungsursache des Skorbut sind aber Versuche, die im Anschluß an die Beobachtungen Eijkmans von Axel Holst und Fröhlich am Meerschweinchen ausgeführt wurden. Die Tiere erkrankten unter den Erscheinungen des Skorbut, wenn man sie dauernd mit Hafer-, Roggen-, Gersten- oder Weizenkörnern fütterte, und gingen im Verlauf von 25—30 Tagen zugrunde. Aehnlich wie bei der Beriberi die allgemeine Stoffwechselstörung mit einer speziellen Erkrankung des Nervensystems einhergeht und die Pellagra mit einer Erkrankung der Haut und Haare, so finden wir beim Skorbut neben der Stoffwechselstörung als spezielle Systemerkrankung eine Erkrankung des Knochenmarks und der Knochenhaut.

Ohne die letztere beobachtet man die Stoffwechselstörung an sich — einen „Gliadismus“ —, ähnlich wie den Zeïsmus bei Fütterung mit kleiefreiem Maismehl, wenn man Tiere dauernd und ausschließlich mit kleiefreiem Mehl der bei uns zur Nahrung dienenden Cerealien, besonders mit feinem Weizenmehl füttert.

Schon einer der ersten Forscher auf dem Gebiete der Stoffwechsellehre, der französische Physiologe Magendie gibt an, daß ein Hund, der ausschließlich mit Weizenbrot gefüttert wurde, nach 40 Tagen unter starker Abmagerung und Schwäche zugrunde ging, ein Hund, der Schwarzbrot erhielt, sich aber dauernd wohl befand. Mäuse, welche mit Weizen- oder Gerstenmehl gefüttert werden, gehen nach Versuchen aus Prof. Hofmeisters Laboratorium nach 12 bis 27 Tagen zugrunde, bei Fütterung mit Hafermehl nach 33—50 Tagen. Etwas abweichend verhielten sie sich bei Fütterung mit Roggenmehl. Sie blieben gegen 70 Tage dauernd auf ihrem Körpergewicht und nahmen bei Fütterung mit 15% Kleie enthaltendem Kommißbrot an Gewicht zu. Auch Tauben gedeihen bei Fütterung mit frischem Weizenbrot nicht, aber mit dem Brot, das die Kleie enthält.

Die Beobachtungen beweisen also, daß auch in der Kleie unserer

Cerealien Stoffe enthalten sind, die für das Leben unentbehrlich sind, wenn die Tiere einseitig mit Cerealien ernährt werden.

Das scheint auch für den Menschen zu gelten. Wenn man wohl im allgemeinen subjektiven Angaben nicht gerade großen Wert beizulegen pflegt, so kann man Angaben anerkannter Forscher nicht geringschätzen, wenn sie betonen, daß sie sich bei Genuß von kleiehaltigem Brot wohler und leistungsfähiger befinden, als bei überwiegendem, dauerndem Genuß von Weißbrot. Auch darf hier betont werden, daß sich das Kommißbrot, also ein kleiehaltiges Roggenbrot, als Nahrungsmittel unserer Soldaten sowohl in bezug auf Geschmack und Bekömmlichkeit als auch in bezug auf Sättigung bestens bewährt hat. Es liegen aber auch aus jüngster Zeit sehr sorgfältige Versuche des Dänen Hindhede vor, welche zeigen, daß ein Mensch dauernd gesund und zu den höchsten körperlichen Leistungen befähigt bleibt, wenn seine Nahrung aus nichts anderem besteht als aus einem ziemlich dunklen, kleiehaltigen Roggenbrot, Fett, Zucker und reichlichen Mengen von Obst (Backpflaumen, Rhabarber, Erdbeeren), während dies nicht der Fall ist bei entsprechendem Genuß von Weißbrot.

Wir kommen so zu dem Schluß, daß es für die Ernährung von Mensch und Tier einen wesentlichen Unterschied ausmacht, ob die Nahrung alle Bestandteile des Korns der Cerealien enthält oder ob ihr die Bestandteile der Kleie fehlen, vorausgesetzt immer, daß die Nahrung die Eiweißstoffe wesentlich nur in Form von Cerealien enthält. Worauf beruht dies? Das ist eine Frage, deren Beantwortung sich mit chemischen Methoden in Angriff nehmen läßt.

Wenn man einen Blick in das bekannte Königsche Werk über die Nahrungs- und Genußmittel wirft, so findet man viele hundert Analysen von Getreidekörnern, in denen nach bekanntem Schema der Gehalt an Eiweiß ($N \times 6,35$), Fett (Aetherextrakt), N-freie Extraktivstoffe (wesentliche Kohlenhydrate), Rohfaser (Zellulose, auch Hemizellulosen) und Asche in Prozenten der feuchten und trockenen Substanz angegeben wird. Es existieren auch einige Arbeiten, in welchen in derselben Weise die verschiedenen Sorten von Mehlen analysiert wurden. Die folgende Tabelle I (S. 462) zeigt die Unterschiede für Weizen- und Roggenmehle von verschiedenem Grade des Ausmahlens, d. h. mit zunehmendem Gehalt von Kleie.

Von diesen Zahlen interessieren uns besonders die für die stickstoffhaltigen Substanzen. Sie zeigen, daß der Stickstoffgehalt der Mehle mit steigendem Kleiegehalt wächst. Der Amidstickstoff, d. h. die stickstoffhaltigen Substanzen, die nach dem Ritthausenschen Verfahren

Tabelle I.
Zusammensetzung verschiedener Mehle.

	Au-beute 0/10	In 100 Teilen Trockensubstanz sind enthalten					
		Eiweiß	Amide	Fett	Kohle- hydrate	Rohfaser	Asche
Weizenmehl 0-5	41	8,38—8,75	3,06—3,00	0,83—1,15	87,26—86,36	Spuren	0,47—0,55
" 6-8 ^{1/2}	27	9,38—12,56	3,00—2,72	1,17—1,91	85,87—81,52	0,02—0,08	0,56—1,21
" 8 ^{3/4} -9	8	14,34—15,02	3,00—2,55	3,51—4,02	75,90—74,20	0,02—1,55	2,23—2,66
Feine Weizenkleie	16	13,50	3,06	4,54	63,64	8,75	6,55
Mittel "	12	13,38	2,72	3,96	63,97	9,08	6,89
Grobe "	2	13,44	3,17	3,46	62,13	9,79	8,01
Roggenmehl extra	5	3,81	1,67	0,45	93,46	0,09	0,12
" weiß	58	6,13	2,72	1,14	88,80	0,41	0,80
" schwarz	8	12,87	3,77	2,65	77,23	1,37	2,11
Roggenkleie	27	13,25	4,19	3,72	69,06	4,80	4,98

durch Kupfersulfat und Natronlauge nicht fällbar sind, nehmen bei Weizenmehl mit zunehmendem Kleiegehalt vielleicht ein wenig ab, beim Roggenmehl deutlich zu. Im Verhältnis des Amidstickstoffs zum Proteinstickstoff (s. Tabelle II) ist sowohl bei der Weizenkleie wie bei der Roggenkleie kein Unterschied zu erkennen, der darauf hindeutete, daß die Stoffe, denen die Kleie ihre Wirksamkeit verdankt, im Amidstickstoff zu suchen ist.

Tabelle II.

	Von 100 Teilen Stickstoff sind			
	Protein-N	Amid-N	verdaulich	unverdaulich
Weizenkorn	76,3	23,7	93,3	6,7
Weizenmehl 0, 1, 2	71,4	28,6	96,6	3,3
" 3, 4, 5	72,6	27,4	97,1	2,9
" 6, 7, 8	73,7	26,3	95,6	4,4
" 8 ^{1/2} -9	81,8	18,2	95,4	4,5
Weizenkleie	80,0	20,0	81,3	18,7
Roggenkorn	71,8	28,2	89,2	10,8
Roggenmehl extra	67,0	33,0	94,5	5,5
" weiß	66,7	33,3	95,2	4,8
" schwarz	75,2	24,8	91,3	8,7
Roggenkleie	73,9	26,1	82,2	17,8

Es sind dann weiter Versuche gemacht worden zur Bestimmung der Verdaulichkeit der stickstoffhaltigen Substanzen, und zwar in der Weise, daß man die Mehle bzw. die Kleie nacheinander mit Pepsin in saurer und Trypsin in alkalischer Lösung behandelte und untersuchte, wieviel von dem Stickstoff in Lösung geht. Tabelle II lehrt, daß die Menge des unverdaulichen Stickstoffs mit dem Grad des Ausmahlens zunimmt und in der Kleie sehr viel größer ist als in den Mehlen. Aber auch dies weist nicht auf chemische Unterschiede der stickstoffhaltigen Substanzen von Kleie und Mehl hin, sondern beruht auf einem mechanisch wirkenden Faktor. Die Kleie enthält nämlich außer gewissen Mengen von Mehl und der fast vollkommen stickstoff-

Fig. 1 a.

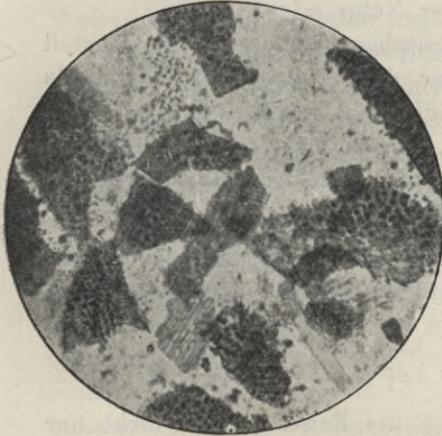
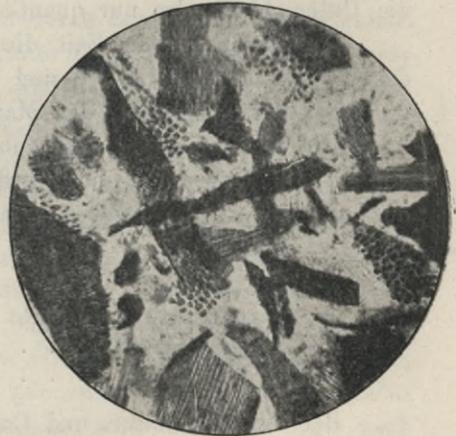


Fig. 1 b.



Roggenkleie nach Diastasierung.

freien äußeren Zellulosehülle des Getreidekorns die unmittelbar unter der letzteren liegende Aleuron- oder Wabenschicht. Deren Zellen sind von einer dicken und dichten Zellhaut umgeben (s. Fig. 7), die für die Verdauungssäfte unangreifbar ist. Die in ihr eingeschlossenen Eiweißstoffe kommen gar nicht in Berührung mit den Verdauungsflüssigkeiten. Sie bleiben unverdaut. Die obenstehenden Figuren 1 a u. 1 b zeigen nach Mikrophotogrammen Roggenkleie, deren Stärke nach dem Verkleistern durch Diastase in Lösung gebracht wurde. Wir sehen Bestandteile der äußeren Haut des Roggenkorns und von der Fläche Fetzen der Wabenschicht.

Das war ungefähr der Stand unserer Kenntnisse, als jene Beobachtungen über die Bedeutung der Reiskleie für Entstehung und

Verhütung der Beriberi eine Reihe von Forschern, welche jene Beobachtungen gemacht hatten, veranlaßten, sich mit den Bestandteilen der Reiskleie näher zu beschäftigen.

Ein Vergleich der Reiskleie mit dem kleiefreien Reiskorn führte Eijkman zu folgenden Zahlen:

	Stickstoff	Salze
Reisspelze (äußere grobe Hülle)	0,23 %	ca. 2 %
Kleie (Silberhäutchen)	2,23 "	" 7,7 "
Halbgeschälter Reis	1,21 "	" 1,4 "
Kochreis	1,12 "	0,6 "

Die Kleie war erheblich stickstoffreicher, aber auch erheblich reicher an Salzen. Vom Stickstoff nahm man zunächst an, daß es sich um die gleichen Verbindungen in Kleie und Mehl handle, daß die Unterschiede also nur quantitativer Natur seien.

Nun war um jene Zeit die Inositphosphorsäure als Bestandteil der Getreidesamen erkannt und unter dem Namen von Phytin als diätetisches Präparat auf den Markt gebracht worden.

Die Bestimmung des Phosphors, wie sie unter anderen besonders von Hans Aron in einer großen Zahl verschiedenster Reisproben durchgeführt wurde, ergab folgende Werte:

	N	P ₂ O ₅
Reis	1,27—1,54	0,75—0,77
Reis enthülst, Aleuronschicht un- vollständig entfernt	1,19—1,43	0,37—0,60
Reis, weiß poliert	1,06—1,48	0,15—0,34

Bei dem Enthülsen und Polieren des Reises gingen nicht nur stickstoffhaltige Substanzen verloren, mehr in die Augen fallend war der sehr erhebliche Verlust an Phosphor.

Und verglich man die Bedeutung, welche verschiedene Reissorten für die Entstehung der Beriberi hatten, so konnte man eine Beziehung zum Phosphorgehalt feststellen. Vielfältige Erfahrung ergab, daß Beriberi nach Genuß von phosphorarmem Reis ausbrach, aber nicht nach phosphorreicherem. Das war so sicher, daß ein Gesetz auf den Philippinen erlassen wurde, nach welchem der für menschliche Ernährung bestimmte Reis nur dann zur Einfuhr zugelassen wurde, wenn er nicht weniger als 0,46% P₂O₅ enthielt.

Im weiteren Verlauf der experimentellen Forschung ergab sich aber, daß der Phosphorgehalt zwar ein wichtiger Indikator für die Beurteilung des Reises ist, daß er selbst aber keinen Einfluß auf die Heilung bzw. Verhütung der Beriberi hat. Phytin und andere phosphor-

haltige Stoffe waren unwirksam, während auch vollkommen phosphorfreie Wasserextrakte der Reiskleie mit poliertem Reis gefütterte Hühner vor dem Ausbruch der Polyneuritis bewahren konnten.

Die Aufmerksamkeit wandte sich nunmehr dem Alkoholextrakte zu. Man fand, daß der Alkoholextrakt bei Fütterung mit poliertem Reis den Ausbruch der Polyneuritis ähnlich wie die Kleie selbst verhindern kann, daß die mit Alkohol extrahierte Kleie aber ihre Wirksamkeit mehr oder weniger verloren hatte.

Bevor ich nun auf die weiteren Untersuchungen der Reiskleie eingehe, muß ich eine Reihe von Beobachtungen erwähnen, deren Kenntnis notwendig ist, um zu verstehen, unter welchen Voraussetzungen jene Untersuchungen unternommen wurden. Es sind Beobachtungen, welche zeigten, daß man Beriberi leicht und sicher auch auf andere Weise heilen und verhüten kann, als durch den Genuß von Reiskleie.

Die Stickstoffarmut des Reises hatte Eijkman im Anfang seiner Versuche den Gedanken nahegelegt, daß die Ursache der Polyneuritis gallinarum auf dem Eiweißmangel der Nahrung beruhe. Und diese Ansicht schien sich im ersten Augenblick als richtig zu erweisen. Denn wenn er den erkrankten Tieren rohes Fleisch gab, so verschwanden in kürzester Zeit jegliche Krankheitserscheinungen. Nun war es schon lange bekannt, daß der Skorbut bei Darreichung frischer Nahrungsmittel, außer Fleisch besonders auch frischer Gemüse, schnell heilt. Jetzt untersuchte man auch den Einfluß anderer Nahrungsmittel auf die Polyneuritis gallinarum und fand, daß nicht nur Fleisch, sondern auch eine auf Java viel genossene Bohnenart (*Phaseolus radiatus*), aber auch andere Leguminosen, schließlich besonders auch Hefe sich mit bestem Erfolge zur Verhütung und Heilung ebensowohl der Polyneuritis gallinarum wie der Beriberi des Menschen verwenden lassen. Die Substanzen, welche gegen Beriberi wirksam waren, waren also anscheinend nicht nur in der Reiskleie enthalten, sondern weit verbreitet in tierischen und pflanzlichen Geweben.

Eine weitere, wichtige Beobachtung war, daß diese vor Beriberi schützenden Nahrungsmittel ihre Wirkung verloren, wenn man sie eine Zeitlang auf 120⁰ und höher erhitzte.

Weite, allgemeine Verbreitung und Zerstörung durch Hitze, das brachte auf die Vermutung, daß es sich um weitverbreitete, für die normale Ernährung notwendige Fermente handle. Fehlen sie in einer Nahrung, so entstehen Krankheiten, Beriberi bei der Ernährung mit poliertem Reis; werden sie dem Organismus wieder zugeführt, so heilen sie, Wirkung der Reiskleie. Diese Vorstellung fand

eine Stütze und war anscheinend sogar angeregt worden durch Beobachtungen, die man gemacht hatte bei Versuchen, Tiere „künstlich“ zu ernähren. Man fragte sich: Sind die Tiere notwendig auf eine Nahrung angewiesen, welche die Organe und Gewebe von Tieren oder Teile von Pflanzen enthält? Wenn wirklich, wie die Physiologen sagen, zur Ernährung von Mensch und Tier nur eine gewisse Menge von Eiweiß, Fetten, Kohlehydraten und Salzen erforderlich ist, warum sollte es nicht möglich sein, ein für die Ernährung geeignetes Gemisch aus diesen Stoffen zusammenzustellen? Aber alle Versuche, die man nach dieser Richtung anstellte, schlugen fehl. Bei verschiedenen Nahrungsgemischen, von denen jedes nach den Erfahrungen der Physiologie hätte ausreichend sein müssen, gingen die Tiere stets nach einer bestimmten Zeit zugrunde.

Bei solchen Versuchen beobachtete nun G. Hopkins folgendes: Wenn er junge Ratten mit einem Nahrungsgemisch aus Kasein, Fett, Stärke und Salzen aufzuziehen versuchte, so wuchsen die Tiere eine Zeitlang, dann blieben sie auf ihrem Gewicht stehen und gingen schließlich unter schnellem Gewichtssturz zugrunde. Setzte er aber der Nahrung eine ganz kleine Menge Milch hinzu, so trat kein Wachstumsstillstand ein, die Ratten wuchsen weiter und verhielten sich auf die Dauer wie normal ernährte Tiere. Die Menge der Nahrungsstoffe, die mit der Milch der „künstlichen Nahrung“ zugefügt worden war, war hierbei viel zu gering, um diese Wirkung zu erklären. Es schien, als ob mit der Milch etwas ganz Besonderes der Nahrung zugeführt wurde. Wie Milch wirkten aber auch andere „natürliche“, besonders pflanzliche Nahrungsmittel. Und so kam bereits G. Hopkins zu der Annahme, daß in allen natürlichen Nahrungsmitteln irgendwelche fermentartig wirkenden Stoffe, bisher unbekannte „Katalysatoren“ enthalten sein müßten, ohne die ein Tier auf die Dauer nicht bestehen könne. Diese unbekanntenen Stoffe nannte dann C. Funk Vitamine.

Die Lehre von den Vitaminen besagt also, daß die wesentlichen Bestandteile unserer Nahrung nicht nur, wie wir seit J. v. Liebig annehmen, Eiweiß, Fette, Kohlehydrate und Salze sind, sondern daß zu ihnen auch Vitamine gehören, eine neue Gruppe, wie C. Funk sagt, kompliziert zusammengesetzter, stickstoffhaltiger Substanzen, die im Stoffwechsel als Katalysatoren funktionieren und für die Zersetzung der eigentlichen Nahrungsstoffe im Leben der Zellen unentbehrlich seien.

Man könnte nun denken: wenn es sich wirklich um labile Stoffe

handelte und um Stoffe, die nur in sehr kleiner Menge in unserer Nahrung enthalten sind, so klein, daß sie bei den ausgedehnten Untersuchungen der Nahrungsmittel und bei allen Stoffwechseluntersuchungen der Forschung bisher vollständig entgangen sind — daß es dann auch wenig aussichtsvoll sei, jene Stoffe aus den Nahrungsmitteln in unveränderter Form zu gewinnen und sie weiterer Forschung zugänglich zu machen. Solche Versuche wurden aber besonders von C. Funk unternommen. Wenn sie zu immerhin bemerkenswerten Ergebnissen führten, so erklärt sich dies dadurch, daß auch, wenn man sich von jeder voreingenommenen Vorstellung über die Natur der wirksamen Stoffe losmacht, der Einfluß, den die Reiskleie unzweifelhaft auf die Heilung und Verhütung der Beriberi hat, geradezu herausfordert, die Bestandteile der Reiskleie unter Führung des biologischen Versuchs mit chemischen Methoden näher zu untersuchen.

Große Mengen von Reiskleie — bis zu 380 kg — wurden verarbeitet. Es erscheint zweckmäßig, sie zunächst durch Extraktion — es wurde Aether verwendet — von Fetten und Lipoiden zu befreien, obgleich, wie C. Funk angibt, die wirksamen Substanzen zum Teil sich in den Lipoiden lösen. Dann wurde mit reinem oder salzsäurehaltigem Alkohol ausgekocht. Kleine Mengen des Alkohol-extraktes sind, wie bereits erwähnt, wirksam. Die Wirksamkeit wurde, wie beiläufig noch einmal hervorgehoben sein mag, hier wie meist auch in anderen Fällen in der Weise festgestellt, daß man Hühner und Tauben so lange mit poliertem Reis fütterte, bis sie die charakteristischen Lähmungserscheinungen zeigten. Dann wurde die zu untersuchende Substanz eingespritzt und beobachtet, ob die Lähmungen verschwinden und die Tiere bei weiterer Fütterung mit poliertem Reis ein normales Verhalten zeigten.

Den Extrakt unterwarf nun C. Funk der hydrolytischen Spaltung, indem er ihn mit 5%iger Schwefelsäure einige Stunden kochte. Auch nach dieser Behandlung war er noch wirksam, ja, nach seiner Angabe war der Extrakt, mindestens in dem einen seiner Versuche, ohne vorherige Spaltung unwirksam.

Den Extrakt zerlegte C. Funk weiter im wesentlichen nach dem Verfahren, das von A. Kossel und F. Kutscher zur Trennung der basischen Stoffe angegeben worden ist, die bei der hydrolytischen Spaltung der Eiweißstoffe entstehen. Es wird mit Phosphorwolframsäure aus schwefelsaurer Lösung gefällt. Die wirksame Substanz geht in den Niederschlag. Der Niederschlag wird mit Baryt zerlegt, der

Baryt entfernt und die Lösung nach dem Neutralisieren mit Salzsäure im Vakuum eingedampft. Der Rückstand ist wirksam; er wird mit Alkohol aufgenommen und die alkoholische Lösung mit alkoholischer Sublimatlösung gefällt. Die Fällung enthält neben einer geringen Menge der wirksamen Substanz überwiegend Cholin. Das Filtrat wird mit Schwefelwasserstoff vom Quecksilber, mit Silbersulfat vom Chlor befreit, mit Salpetersäure angesäuert und nun mit Silbernitrat und Baryt gefällt. Die Fällung, welche bei der hydrolytischen Spaltung des Eiweißes Arginin und Histidin enthält, enthielt hier nach C. Funk diese Stoffe nicht, sie enthielt aber die wirksame Substanz. Aus 50 kg Reiskleie wurden 0,4 g des kristallinen Rohprodukts gewonnen.

Gleichzeitig mit C. Funk beschäftigten sich drei japanische Forscher, U. Suzuki, T. Shimamura und S. Odake mit demselben Gegenstand. Auch sie fanden die wirksame Substanz in der Phosphorwolframsfällung des ohne Anwendung von Säure hergestellten und nicht hydrolysierten Alkoholextrakts, der aus der zuvor entfetteten Kleie gewonnen worden war.

Nach Zerlegung des Niederschlages mit Baryt ließ sich ein Teil der wirksamen Substanz, die sie als Oryzanin („Rohoryzanin“) bezeichnen, durch Tannin fällen. Die Tanninfällung wurde durch Verreiben mit 3%iger Schwefelsäure zerlegt und aus der Lösung nach Entfernung der Schwefelsäure und Eindampfen in geringen Mengen ein unreines Filtrat erhalten und aus diesem ein Oryzanin, das in Mengen von 0,005—0,01 g bei subkutaner oder peroraler Darreichung eine durch ausschließliche Reisfütterung erkrankte Taube heilte. Gab man dem Tier bei weiterer Fütterung mit poliertem Reis das Oryzanin in einer Menge, die nur $\frac{1}{2500}$ — $\frac{1}{5000}$ des Gesamtfutters ausmachte, so ließ es sich dauernd am Leben erhalten.

Weiter fanden diese Forscher, daß das „Rohoryzanin“ seine Wirkung vollständig durch Behandlung mit Säuren und Alkalien verlor. Gleichzeitig entstehen neben Cholin, das nach den Beobachtungen C. Funks schon von vornherein im Alkoholextrakt enthalten ist, Traubenzucker und zwei andere Säuren, die vorläufig als α - und β -Säuren bezeichnet werden, sowie Nikotinsäure.

Nunmehr wiederholte C. Funk seine Versuche. Auch er entfettete jetzt zunächst und extrahierte nicht mit salzsäurehaltigem, sondern mit reinem Alkohol. Er hydrolysierte aber wieder den Extrakt durch zweistündiges Kochen mit 5%iger Schwefelsäure. Im übrigen arbeitete er wie früher. Aus der „Vitaminfraktion“, deren Ausbeute bei Verarbeiten von 380 g Reiskleie nur 2,5 g betrug, erhielt er durch

fraktionierte Kristallisation zwei angeblich reine kristallinische Produkte und zwar 1,8 g einer in Wasser wenig löslichen Substanz, Schmelzp. 233°, 58,8% C, 2,93% H, 10,58% N, und eine lösliche Substanz, Schmelzp. 234, deren Elementaranalyse ebenso wie die Eigenschaften des aus ihr erhaltenen Pikrats in Uebereinstimmung mit den Angaben der japanischen Forscher für Nikotinsäure sprachen.

Die Wirksamkeit der so erhaltenen Substanzen wurde nicht direkt festgestellt, sondern auf eine solche nur geschlossen aus Erfahrungen, die bei der Verarbeitung von Hefe gemacht wurden.

Die Untersuchung der Hefe wurde angeregt durch die guten Erfolge, die, wie bereits erwähnt, bei der Heilung und Verhütung der Beriberi und Polyneuritis gallinarum mit der Darreichung von Hefe gemacht worden waren. Nachdem dies einmal festgestellt war, erschien gerade die Hefe als geeignetes Material für die Gewinnung von Vitaminen, da sie ja bei uns viel leichter in entsprechenden Mengen zu erhalten ist als Reiskleie. Die Versuche wurden von verschiedenen Forschern in Angriff genommen wie G. C. E. Simpson und E. S. Edie, die als „antineuritische Base“ das „Torulin“ aus der Hefe isolierten, ferner H. Schaumann und C. Funk. Sie erstreckten sich auch hier auf die in Alkohol löslichen Bestandteile.

C. Funk glaubte sich mindestens in einem seiner Versuche davon zu überzeugen, daß die wirksame Substanz nicht in der Hefe als solche enthalten ist, sondern erst aus einer Muttersubstanz durch Spaltung entsteht. Jedenfalls hydrolysierte er auch hier den Extrakt durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure. Das weitere Verfahren war dasselbe wie bei der Reiskleie. Aus 100 kg Hefe wurden nach Zerlegung der Silber-Barytfällung 2,5 g „Rohvitamin“ gewonnen, das in Mengen von nur 4—8 mg die Polyneuritissymptome beseitigte. Durch fraktionierte Kristallisation wurden hier drei verschiedene Substanzen erhalten, von denen die eine angeblich wieder Nikotinsäure war. Die Nikotinsäure zeigte nur eine geringe Wirksamkeit, von den beiden anderen zeigte die eine besonders in Verbindung mit Nikotinsäure eine deutliche Wirksamkeit, die andere war unwirksam.

Bei der Betrachtung dieser Versuche fällt der Widerspruch auf, der darin besteht, daß nach den japanischen Forschern die wirksame Substanz in der Reiskleie präformiert ist, nach C. Funk erst durch hydrolytische Spaltung frei wird. Ist das letztere richtig, so kann die Substanz nicht ein Katalysator von den Eigenschaften der Enzyme sein, wie man nach der ganzen Entwicklung der vorliegenden Frage

anzunehmen geneigt war. Denn diese werden schon durch Hitze, geschweige denn durch Kochen mit starken Säuren zerstört.

Auch C. Funk hält sein Vitamin für einen „hochmolekularen“ Körper und für sehr „labil“. Letzteres aber nur deswegen, weil die Menge der wirksamen Substanz sehr gering ist im Vergleich zur Menge des Ausgangsmaterials. Tatsächlich steht die Wirksamkeit seiner Vitamine anscheinend in ähnlichem Verhältnis zur Wirksamkeit der Reiskleie bzw. Hefe, wie die Menge der gewonnenen „Vitamine“ zum Ausgangsmaterial, sie ist minimal. In dieser Beziehung hat das Ergebnis der bisherigen Forschung durchaus etwas Unbefriedigendes.

Interessant bleibt jedoch immerhin der Nachweis, daß es möglich ist, aus Reiskleie und Hefe kristallinische Stoffe zu gewinnen, die schon in sehr kleinen Mengen und überraschend schnell die charakteristischen Lähmungssymptome der Polyneuritis gallinarum beseitigen. Aber es handelt sich nur um eine pharmakodynamische Wirkung, welche vorübergehend gewisse Symptome zum Verschwinden bringt, nicht um eine „Heilung“ der Krankheit im ganzen.

Aber auch die Bedeutung dieser Tatsache ist nicht zu überschätzen und nicht von dem einseitigen Standpunkte der Vitaminhypothese aus zu beurteilen.

Ich will davon absehen, daß nach einer anscheinend zuverlässigen Angabe die Polyneuritissymptome schon unter dem Einfluß einer Kochsalzinjektion verschwinden können, hat doch C. Funk selbst gezeigt, daß dieselbe Wirkung wie seine Vitamine gewisse Purine, Methylpurine und Pyrimidine besitzen, ferner Komplexe, in denen Pyrimidine enthalten sind, auch Allantoin, Alloxantin und Hydantoin. Die Wirkung ist also nichts für das „Vitamin“ Charakteristisches. Stoffe, wie die angeführten, sind aber in den Extrakten der Reiskleie und Hefe ziemlich sicher enthalten gewesen. In der Reiskleie hat C. Funk selbst Allantoin und Cholin nachgewiesen, K. Yoshimura fand auch Adenin. Ich erinnere ferner daran, daß die Hefe Nukleinsäure enthält und daß aus dieser durch hydrolytische Spaltung, schon beim Lagern der Hefe durch Autolyse Purine, Pyrimidine u. a. entstehen können. Es liegt die Annahme nahe, daß jene Vitamine nichts anderes als ein Gemenge waren, das den einen oder den anderen jener oder ähnlicher Stoffe enthielt.

Gleichgültig also, ob man die bisher vorliegenden Untersuchungen, deren Wert und Bedeutung nicht unterschätzt werden soll, vom chemischen oder biologischen Standpunkte aus betrachtet, so stellen sie

mehr einen Versuch dar, die biologischen Tatsachen zu erklären, als eine wirklich befriedigende Erklärung.

Ein Verständnis für die Störungen des Stoffwechsels, jene Krankheiten, von denen wir bei unseren Betrachtungen ausgingen, läßt sich aber auch in anderer Weise als durch die Annahme von „Vitaminen“ gewinnen.

Wenn wir einen Hund dauernd nur mit Fleisch oder einen Säugling nur mit Milch ernähren, so erhält der Körper mit dieser Nahrung den Stickstoff in allen Arten von chemischen Radikalen und Radikalkomplexen, die er für seine mannigfachen Funktionen braucht. Ich will die Eiweißstoffe, die in diesen Nahrungsmitteln enthalten sind, also das sogenannte Myosin, das Kasein, weiter das Ovalbumin und Vitellin im Hühnerei u. a. als „vollständige“ Eiweißstoffe bezeichnen. Bei ihrer totalen hydrolytischen Spaltung, so nehme ich an, entstehen jedesmal alle uns bekannten oder mindestens alle einfachen, für den Stoffwechsel notwendigen Spaltungsprodukte und diese sind in dem Eiweißstoffe so miteinander verkuppelt, daß bei partiellem Abbau alle für den Stoffwechsel erforderlichen Atomkomplexe entstehen können.

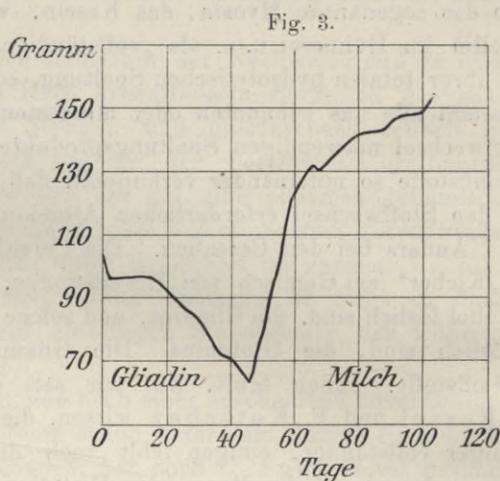
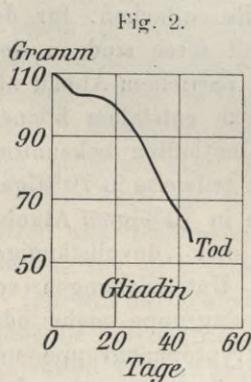
Anders bei den Cerealien. Die Cerealien enthalten bekanntlich im „Kleber“ ein Gemisch von Eiweißstoffen, die teilweise in 70%igem Alkohol löslich sind, die Gliadine, und solche die in 70%igem Alkohol unlöslich sind, die Glutenine. Die Gliadine sind „unvollständige“ Eiweißstoffe. Ihnen fehlt, wie wir seit den Untersuchungen von A. Kossel und F. Kutscher wissen, die Lysin-Gruppe mehr oder weniger vollständig, einigen fehlt auch die Tryptophan-Gruppe und auch in bezug auf die Menge des Histidins und Arginins unterscheiden sie sich von den vollständigen Eiweißstoffen wie die folgende Tabelle zeigt. Aus 100 Teilen Eiweiß entstehen beim Kochen mit Säuren:

Tabelle III.

	Ovalbumin	Vitellin	Glutenin	Gliadin			
				Weizen	Roggen	Gerste	Mais
Histidin . . .	1,71	1,90	1,76	0,61	0,39	1,28	0,43
Arginin . . .	4,91	7,45	4,72	3,16	2,22	2,16	1,16
Lysin	3,76	4,81	1,92	+	0,00	0,00	0,00
Ammoniak . .	1,34	1,25	4,02	5,11	5,11	4,87	3,63

Die biologische Forschung hat nun gezeigt, daß eine Nahrung, die als Eiweiß nur Gliadine enthält, nicht den Bedürfnissen des Stoffwechsels genügt. Besonders anschaulich sind in dieser Beziehung Versuche von Thomas B. Osborne und Lafayette B. Mendel.

Mit einer aus den einfachen Nahrungsstoffen zusammengesetzten Nahrung, die als Eiweiß einen „vollständigen“ Eiweißstoff, z. B. die Eiweißstoffe der Milch enthält, lassen sich junge Ratten aufziehen. Tauscht man aber in einem anderen Versuche das Milcheiweiß gegen ein Gliadin aus, so wachsen die jungen Ratten nicht. Sie gehen entweder unter allmählicher Abnahme des Körpergewichts zugrunde, oder sie bleiben eine Zeitlang auf ihrem Körpergewicht stehen, bis plötzlich unter schnellem Gewichtssturz der Tod eintritt. Geht man aber noch rechtzeitig zu einer natürlichen Nahrung über, so erholen sich die Tiere in überraschend kurzer Zeit und wachsen in normaler



Gewichtsabnahme junger Ratten bei Fütterung von Gliadin nach Th. B. Osborne und L. B. Mendel.

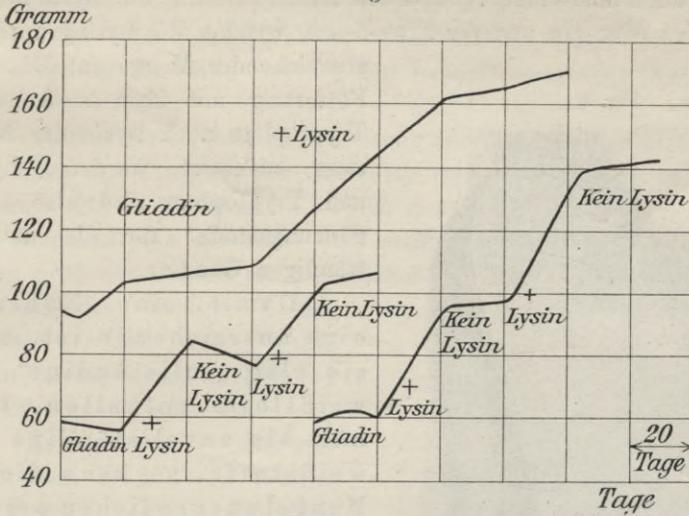
Weise. Als Beispiele mögen die beiden folgenden Kurven dienen. Im Versuch der Fig. 2 bestand die Nahrung der jungen Ratten aus

- 18 % Weizengliadin,
- 29,5 „ Stärke,
- 15 „ Zucker,
- 2,5 „ Salzgemisch,
- 30 „ Fett,
- 5 „ Agar.

Dieselbe Zusammensetzung hatte die Nahrung in der ersten Periode von Versuch 3. Das Wachstum in der zweiten Periode dieses Versuches erfolgte bei einer Nahrung aus

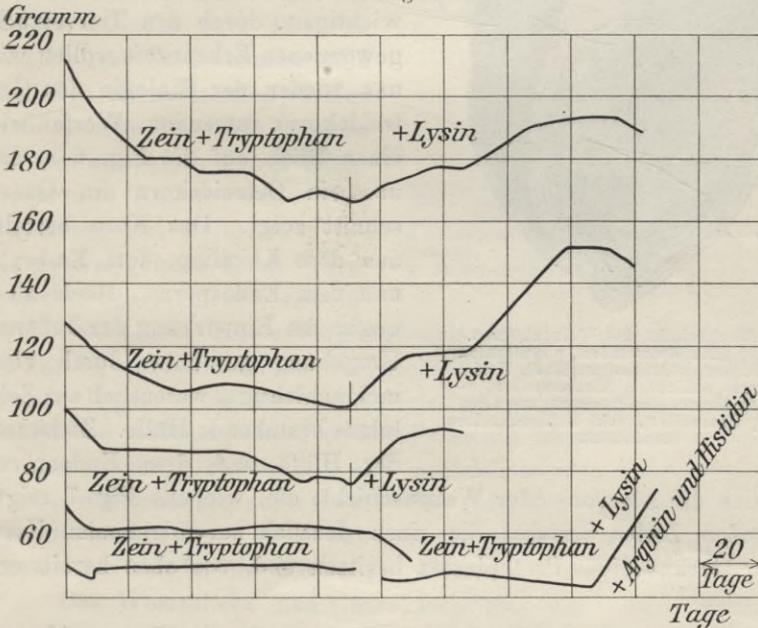
- 60 % Trockenmilch,
- 15,7 „ Stärke,
- 40 „ Salze,
- 23,3 „ Fett.

Fig. 4.



Einfluß von Lysin auf das Wachstum junger Ratten bei Fütterung mit Gliadin nach Th. B. Osborne und L. B. Mendel.

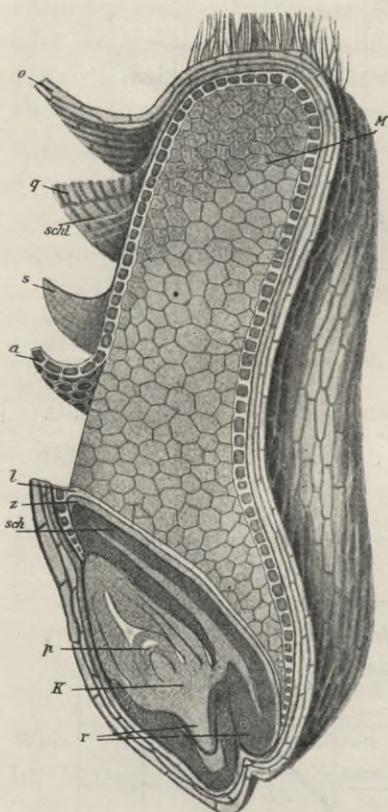
Fig. 5.



Einfluß von Tryptophan und Lysin auf das Körpergewicht von Ratten bei Fütterung mit Zein nach Th. B. Osborne und L. B. Mendel.

Ein bei Gliadinfütterung eingetretener Wachstumsstillstand läßt sich aber auch überwinden, wenn der Gliadinnahrung nur Lysin hinzugefügt wird oder ein anderer Eiweißstoff, welcher die Lysin-Gruppe in

Fig. 6.



Längsdurchschnitt des Weizenkornes.
 K Keimling mit r Wurzelkeim, p Blattanlage,
 sch Schildchen, z Aufsaugeepithel, M Mehl-
 kern, l leere Schicht, a Aleuronzellen, o—s
 Schale des Kornes, o Oberhaut mit Längs-
 zellen, q Querzellen, schl Schlauchzellen,
 s Samenhaut.

findet sich die Aleuron- oder Wabenschicht, die, wie uns Fig. 7 zeigt, aus großen Zellen besteht, die einen deutlich hervortretenden Kern und ein starkkörniges Protoplasma besitzen und, wie oben bereits er-

reichender Menge enthält. Bei Fütterung mit Zein muß außer Tryptophan noch Lysin der Nahrung zugesetzt werden. Lysin und Tryptophan sind also „Ergänzungstoffe“ für die unvollständigen Gliadine.

Damit eine Nahrung eine ausreichende ist, muß sie also „vollständige“ Eiweißstoffe enthalten, enthält sie unvollständige Eiweißstoffe, so kann dieser Mangel ausgeglichen werden durch Zufuhr der entsprechenden „Ergänzungstoffe“.

Im Besitz dieser überaus wichtigen, durch den Tierversuch gewonnenen Erkenntnis wollen wir uns wieder der Biologie des Getreidekorns zuwenden. Werfen wir einen Blick auf die Fig. 6¹⁾, die uns ein Getreidekorn im Querschnitt zeigt. Das Korn besteht aus dem Keimling, dem Embryo, und dem Endosperm. Beide sind gegen die Einwirkung der äußeren Umgebung geschützt durch eine mehrschichtige, wesentlich aus Zellulose bestehende Hülle. Zwischen der Hülle und dem Endosperm

¹⁾ Die Fig. 6 und 7 sind entnommen M. P. Neumann, Brotgetreide und Brot. Berlin, Paul Parey 1914.

wähnt wurde, von einer starken Zellhaut umschlossen sind. Das Endosperm, der eigentliche Mehlkörper, enthält die Reservestoffe, welche der Keimling für seine Entwicklung bedarf, wesentlich Kohlehydrate, Eiweiß und Salze.

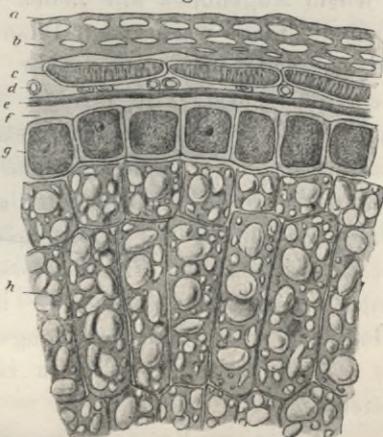
„Ueber die eigentliche Bedeutung der Waben- oder Aleuronschicht und über ihre Aufgabe im Getreidekorn ist man noch ganz im unklaren“ (M. P. Neumann). Nach dem mikrochemischen Verhalten und den Analysen der Kleie darf man annehmen, daß sie sich durch einen größeren Gehalt an ätherlöslichen Substanzen vom Endosperm unterscheidet, weniger Kohlehydrate enthält und deshalb einen verhältnismäßig höheren Stickstoffgehalt aufweist.

Beginnt nun der Embryo unter dem Einfluß von Wärme und Feuchtigkeit zu keimen, so werden die kolloiden Reservestoffe gespalten und in lösliche Produkte übergeführt. Aus der Stärke entsteht über Dextrine und Maltose Traubenzucker und aus den Eiweißstoffen bilden sich lösliche Produkte, welche die Biuretreaktion geben (Peptide), und Aminosäuren, auch die Basen und Ammoniak, wie sie ganz allgemein durch hydrolytische Spaltung von Eiweißstoffen entstehen.

Dieser Vorgang spielt sich ab in der „leeren Schicht“ (s. Fig. 6), die zwischen der Oberfläche des Schildchens und dem Mehlkörper liegt. Von der charakteristischen Zellschicht, welche das Schildchen bedeckt, werden die Fermente abgesondert, welche auf die Reservestoffe einwirken, und zugleich werden von ihr auch die Verdauungsprodukte aufgesaugt. Sie entspricht in dieser Beziehung der Darmwand der Tiere, während die „leere“ Schicht sich mit der Darmhöhle vergleichen läßt.

Das Wesentliche und Charakteristische bei dieser „Verdauung“ der Reservestoffe ist ebenso wie bei der Verdauung im tierischen Darm erstens, daß größere Moleküle in kleinere gespalten werden, wodurch der osmotische Druck steigt und Energie für die Vorgänge in den

Fig. 7.



Querschnitt durch Schale und einen Teil des Mehlkörpers (etwa 200fach). a—d Fruchtschale mit a Oberhaut, b Längszellen, c Querzellen, d Schlauchzellen; e—f Samenschale, e braune Schicht, f hyaline Membran; g—h Mehlkörper, g Aleuronszellen, h stärke- und kleberhaltige Endospermzellen.

Zellen gewonnen wird, und zweitens, daß chemisch-reaktionsfähige Körper entstehen. In den Reservestoffen sind reaktionsfähige Atomgruppen maskiert, bei der Spaltung werden sie frei. Das sind bei den Kohlehydraten besonders die Karbonylgruppen, bei den Eiweißstoffen die Amino- und Karboxylgruppe. Nicht die Nahrungsstoffe selbst sind zur Teilnahme am Stoffwechsel befähigt, sondern erst ihre Spaltungsprodukte.

Beim Keimungsvorgang drängt es sich besonders auf, daß diese Stoffe zum Aufbau neuer Zellen dienen, also zu Synthesen verwendet werden. Man darf aber nicht übersehen, daß auch im Embryo nicht in jedem Augenblick alle Zellen wachsen. Aber alle Zellen „leben“. Auch die nicht wachsenden Pflanzenzellen haben, wie die bei weitem meisten Zellen im nicht mehr wachsenden Tierkörper einen Betriebsstoffwechsel. Er erfolgt, ohne daß das Zellgebäude sich in seiner Struktur ändert. In diesen Betriebsstoffwechsel können die Spaltungsprodukte hineingezogen werden, ohne daß sie vorher ein wesentlicher Teil des Protoplasmas werden. Bezeichnet man die Spaltungsprodukte der Nahrungsstoffe kurz als „Bausteine“, so vernachlässigt man den Hauptunterschied, den sie gegenüber den Nahrungsstoffen selbst besitzen — ihre Reaktionsfähigkeit — und verleitet zu der grundfalschen, längst überwundenen Anschauung, als ob der Stoffwechsel wesentlich in einem Ab- und Aufbau der Gewebe bestehe.

Wächst der Embryo unter Benutzung der aus den Reservestoffen entstandenen Spaltungsprodukte, so bilden sich Zellen mit Protoplasma und Kern, die sich mikrochemisch wohl nicht von anderen Zellen unterscheiden. Das Protoplasma aller Zellen lebender Gewebe, soweit es bisher untersucht ist, besteht aber aus „vollständigen“ Eiweißstoffen, so daß kein Grund vorliegt zu zweifeln, daß auch die Zellen des wachsenden Getreidekeimlings aus solchen bestehen.

Ist nun die Annahme richtig, daß die Eiweißstoffe des Mehlkörpers in ihrer Gesamtheit als unvollständige zu betrachten sind, so müssen die zur Bildung des Zelleiweißes fehlenden Atomgruppen noch von irgendwo anders her kommen, und das kann, solange der Embryo nicht assimiliert, nur aus der Aleuron- oder Wabenschicht geschehen.

Man erkennt leicht, daß hier eine Aehnlichkeit besteht mit den Vorgängen in den erwähnten Versuchen von Th. B. Osborne und L. B. Mendel. Wie dort für das Wachstum und die Erhaltung junger Ratten bei der Ernährung mit Gliadinen die Zufuhr von „Er-

gänzungsstoffen“ erforderlich war, so ist es auch hier wahrscheinlich, daß zur Entwicklung des Getreideembryos nicht die Eiweißstoffe des Mehlkörpers genügen, sondern der Ergänzung durch irgendwelche Stoffe, nämlich solcher der Aleuronschicht bedürfen.

Wir gewinnen so einen neuen, fruchtbaren Gesichtspunkt für die Untersuchung der stickstoffhaltigen Produkte der Kleie. Diese hätte sich nicht nur, wie bisher, auf die in Alkohol löslichen Produkte zu erstrecken. Die zunächst zu stellende Frage lautet: Welche Produkte entstehen bei der hydrolytischen Spaltung der von Mehl, Lipoiden und Zellulosen befreiten Kleie, und in welchem Mengenverhältnis entstehen sie? Das Ergebnis dieser Versuche wäre zu vergleichen mit den Ergebnissen, die man bei der Hydrolyse der Bestandteile des Klebers erhalten hat.

Wir können uns jetzt auch ohne die Vitaminhypothese die Erkrankungen, die wir zum Ausgang unserer Betrachtungen genommen, in befriedigender Weise erklären. Nehmen wir die Beriberi. Sie entsteht, weil das Endosperm des Reiskorns „unvollständige“ Eiweißstoffe enthält und diese bei überwiegendem Genuß von Reis nicht oder nicht in genügender Menge alle stickstoffhaltigen Gruppen liefern, deren der Organismus bedarf. Das Bedürfnis wird aber gedeckt, wenn gleichzeitig auch Reiskleie genossen wird. Sie enthält die erforderlichen „Ergänzungsstoffe“.

Hierbei ist, wie ich ohne weiteres zugebe, bisher nicht nachgewiesen, daß die Eiweißstoffe des Reisendosperms unvollständig sind sowie, daß die Reiskleie die Ergänzungsstoffe enthält. Aber nach der botanischen Beziehung des Reises zu den anderen Cerealien ist mindestens ersteres höchst wahrscheinlich.

Zeismus (Pellagra) ist die Folge der dauernden Ernährung mit einer Nahrung, die mehr oder weniger das in verdünntem Alkohol lösliche Zein enthält. Seine Verhütung durch Maiskleie deutet auf einen Reichtum der Maiskleie an Lysin- und Tryptophangruppen hin.

Wenn ferner Beriberi und Pellagra nur bei einseitigem Genuß von Reis bzw. Mais auftreten, aber nicht bei gemischter Nahrung, sei es, daß diese nun Fleisch oder Gemüse enthält, so beruht dies nicht auf dem Gehalt dieser Nahrungsmittel an Vitaminen, sondern darauf, daß sie in Form von „vollständigen“ Eiweißstoffen oder in sonstigen Verbindungen die „Ergänzungsstoffe“ liefern, deren der Organismus bei Genuß „unvollständiger“ Eiweißstoffe bedarf.

Auch zu der jetzt so lebhaft erörterten Frage, ob für die Ernährung des Menschen der Genuß eines kleiefreien oder kleiehaltigen

„Vollkornbrot“ geeigneter ist, läßt sich vom Standpunkte meiner Hypothese aus Stellung nehmen. Bisher vertraten die namhaftesten Physiologen die Ansicht, daß die Kleie für die Ernährung des Menschen nicht geeignet sei, weil ihre stickstoffhaltigen Bestandteile, ebenso wie sie durch die Fermente außerhalb des Körpers nur unvollkommen verdaut werden, so auch im Darmkanal sich deren Einwirkung entzögen und ungenutzt durch den Darm hindurchgingen. Bei Genuß von dunklem Brot, besonders aus grobgemahlenem Mehle, gingen mehr als 30 % des gesamten, im Brot enthaltenen Stickstoffs für die Ernährung verloren. Es schien durchaus richtig, wenn man auf Grund dieser Erfahrungen dahin strebte, beim Mahlprozeß die Kleie möglichst vom Mehl zu trennen und die breiten Schichten des Volkes mehr und mehr an den Genuß eines feinen, weißen Mehles zu gewöhnen, die Kleie aber für die Ernährung des Viehes verwendete, da in dessen langem Darne der Stickstoff der Kleie voll ausgenutzt wird.

Hiergegen hat man sich in neuerer Zeit gewendet, zunächst vielleicht auf Grund gewisser unklarer Vorstellungen über den allgemeinen Wert einer vegetarischen Ernährungsweise. Zu deren Gunsten führte man Tatsachen an, welche bewiesen, daß Menschen sich bei einer rein vegetarischen Ernährung dauernd wohl befinden können und unter Umständen wohler als bei einer animalischen Ernährung. Solche Erfahrungen zu dem Schlusse zu benutzen, daß nur die vegetarische Ernährung zweckmäßig, die animalische unzweckmäßig sei, war aber eine unzulässige Verallgemeinerung.

Unbegründet sind auch die Angaben, die dem Vollkornbrot einen besonderen Wert auf Grund eines höheren Asche- und besonders eines höheren Kalkgehaltes zuschreiben.

Auf der einen Seite sind die Stoffwechselversuche nicht zahlreich genug, um mit Sicherheit die Minimalwerte anzugeben, die für die Zufuhr der verschiedenen Aschenbestandteile z. B. des Kalziums in der Nahrung unter wechselnden Bedingungen erforderlich sind. Auf der anderen Seite sind auch die bisher vorliegenden Analysen über den Aschengehalt der Kleie nicht ausreichend, um ein Urteil über deren Bedeutung für den Salzstoffwechsel zu gestatten.

Es ist richtig, daß der Gesamtaschegehalt in der Kleie größer ist als im Mehl (siehe Tabelle I). Eine Betrachtung der Tabelle IV zeigt aber, daß der Gehalt an Kalzium in der Kleie des Weizens geringer ist als im Mehl, beim Roggen aber etwas größer. Das ist zunächst schon ein etwas auffälliger Widerspruch. Nehmen wir aber auch an, daß der Kalziumgehalt der Kleie wirklich höher ist als der des Mehles,

Tabelle IV.

	Asche	K	Na	Ca	Mg	Fe	P ₂ O ₅
Weizen, Korn	2,55	30,3	1,9	3,03	12,0	0,89	48,82
Feinmehl	0,51	34,35	0,78	6,88	8,08	0,54	49,77
Brotmehl	1,27	30,82	0,86	5,08	12,24	0,81	50,18
Kleie	6,16	28,51	0,67	2,88	16,74	0,59	50,34
Roggen, Korn	2,1	33,1	1,46	2,94	11,8	1,24	49,3
Mehl	1,97	38,44	1,75	1,02	7,99	2,54	48,26
Kleie	8,22	27,00	1,32	3,47	15,82	2,50	47,88

so könnte man diesem Wert gegenüber geltend machen, daß die Salzmischung im Getreidekorn für den tierischen Organismus keine zweckmäßige ist, wegen des zu starken Ueberwiegens der Kalium- und Magnesiumsalze. Vergleichen wir sie mit der Zusammensetzung der Milch, so enthält die Milch in 1000 Teilen

	a	b
Cl	0,820	0,980
P ₂ O ₅	2,437	2,400
K ₂ O	1,885	1,720
Na ₂ O	0,465	0,510
CaO	1,720	1,980
MgO	0,205	0,200

In ihr ist 8—9mal mehr Kalzium als Magnesium enthalten und nur 3—4mal mehr Kalium als Natrium, während in der Asche der Getreidearten 30—40mal soviel Kalium als Natrium enthalten ist und in der Kleie 5—6mal soviel Magnesium als Kalzium. Das Verhältnis der Mineralbestandteile in der Asche des Getreidekorns erscheint für die Bedürfnisse des tierischen Organismus geradezu ungünstig. Glücklicherweise aber läßt es sich leicht ausgleichen. Der hohe Kaligehalt ist bekanntlich die Ursache für den Kochsalzbedarf des Tieres und eine Erhöhung der Kalkzufuhr erfolgt teils durch den Kalkgehalt des Trinkwassers, teils durch den Genuß von Kartoffeln, Obst, Gemüsen und Salaten. Es sei nur auf folgende Zahlen hingewiesen.

Tabelle V.

	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Cl
Solanum tuberosum	60,06	2,96	2,64	4,93	1,10	16,86	3,46
Brassica rapa	46,93	5,65	11,33	3,68	0,61	14,51	6,59
Daucus carota	36,92	21,17	11,34	4,38	1,01	12,79	4,59
Raphanus sativus	21,98	3,75	8,78	3,53	1,16	41,12	4,90
Apium graveolens	43,19	—	13,11	5,82	1,41	12,83	15,87

Auch in bezug auf Angaben von Hindhede, nach denen die Ausnutzung des Brotes nur eine scheinbar schlechtere sei als die anderer Nahrungsmittel und die größere Stickstoffausscheidung bei Brotkost nur darauf beruhe, daß die Verdauung der voluminösen, an Kohlehydraten und unverdaulichen Stoffen reicheren Nahrung zu einer stärkeren Absonderung von stickstoffhaltigen Verdauungssäften führe, wird man weitere Untersuchungen abzuwarten haben.

Keinem Zweifel unterliegt es aber nach den bereits erwähnten Versuchen Hindhedes, daß ein Mensch mit einer Nahrung, die nur aus Vollkornbrot, der genügenden Menge von Fett, einer gewissen Menge Zucker und einer reichlichen Menge Obst besteht, sich dauernd wohl befinden und in höchstem Maße leistungsfähig sein kann. Eine solche Nahrung enthält etwa nur die Hälfte von der Eiweißmenge, welche die Nahrung des Menschen nach dem bisher geltenden Kostmaß (110 g Eiweiß) enthalten soll, und dieses Eiweiß wird wesentlich nur im Brot zugeführt. Nun stellte sich aber, wie oben erwähnt, bei diesen Versuchen Hindhedes heraus, daß diese Versuche nur mit Vollkornbrot durchführbar waren, nicht mit Weißbrot. Und diese Beobachtung stimmte mit den ebenfalls erwähnten Versuchsergebnissen an Tieren überein. Die Erklärung für diese Tatsachen ist nach meiner Ansicht auch hier die, daß der Mensch bei Genuß von Vollkornbrot mit den unvollständigen Eiweißstoffen zugleich die notwendigen Ergänzungsstoffe erhält. Nährt sich ein Mensch aber überwiegend von kleiefreiem Brot, so muß er, um „satt zu werden“, d. h. um auf die Dauer zu bestehen, in irgendeiner anderen Form seinem Körper die Ergänzungsstoffe zuführen. Für gewöhnlich geschieht dies in Form von Fleisch.

Man sieht also, daß die Vervollkommnung des Mahlprozesses und der Genuß von feinen, weißen Mehlen zu einer Steigerung des Fleischgenusses führen muß. Hält sich letzterer in mäßigen Grenzen und ist er mit einem entsprechenden Genuß von Obst und Gemüse verbunden, so wird man selbstverständlich auf Grund jahrtausendealter Erfahrung aus ihm keine Gefahren für unsere Gesundheit herleiten, aber ihm auch keine besonderen Vorzüge beimessen können. Ob vegetarische oder animalische Nahrung, ist in erster Linie eine wirtschaftliche Frage. Brot ist in allen Kulturstaaten billiger als Fleisch. Derjenige, dem nur eine beschränkte Summe Geldes für seinen täglichen Bedarf zur Verfügung steht, wird sich bei einer rein vegetarischen Lebensweise besser ernähren können, als wenn er einen erheblichen Teil seines Geldes für Fleisch ausgibt.

Die wissenschaftliche Basis für diese Erkenntnis bilden die älteren

und neueren Stoffwechselversuche, die noch weiterer Ergänzung fähig sind. Die Basis würde erweitert werden durch eine genauere Untersuchung der im Endosperm der Cerealien enthaltenen Eiweißstoffe und der stickstoffhaltigen Bestandteile der Kleie. Sie würde zeigen, ob die von mir gehegte Vermutung richtig ist, daß die Kleie „Ergänzungsstoffe“ enthält, die im Stoffwechsel diejenigen stickstoffhaltigen Atomgruppen liefern, welche die „unvollständigen“ Eiweißstoffe des Endosperms der Cerealien nicht enthalten. In diesem Falle wäre bewiesen, daß die Wertung des Vollkornbrottes nach seiner Ausnutzung einseitig ist, worauf schon die bisher vorliegenden biologischen Erfahrungen hinweisen.

Einen Einwand gegen meine Anschauung könnte man zunächst herleiten aus den oben erwähnten Versuchen, in denen es nicht gelang, Tiere mit einer Nahrung dauernd zu erhalten, die als Eiweißstoff Kasein enthält, wenn man annähme, daß Kasein ein „vollständiger“ Eiweißstoff sei. Ist er dies aber? Nach den vorliegenden Versuchen scheinen bei der Hydrolyse alle Produkte, die bisher bei der Spaltung von Eiweißstoffen gefunden worden sind, zu entstehen. Aber das Kasein der Kuhmilch unterscheidet sich von anderen Eiweißstoffen, im besonderen auch von dem Kasein der Frauenmilch dadurch, daß es nicht die Mohlische Probe — Blaurotfärbung mit α -Naphthol und konzentrierter Schwefelsäure — gibt. Es könnte unter den natürlichen Verhältnissen bei der Ernährung des Säuglings seine Ergänzung finden durch die Eiweißstoffe, die, wenn auch in geringerer Menge, neben ihm in der Kuhmilch enthalten sind. Auf dem Fehlen dieser „Ergänzungsstoffe“, nicht auf dem Fehlen von Vitaminen könnte es beruhen, daß jene früheren Versuche mit künstlicher Ernährung, bei denen die Nahrung nur Kasein enthielt, mißglückten, und auf der Zufuhr von Ergänzungstoffen die günstige Wirkung der kleinen Mengen von Milch in den Versuchen von G. Hopkins. Es kommt aber noch etwas anderes in Betracht. Das feuchte Kasein erleidet, wenn man es trocknet, selbst bei 40—50° C gewisse Veränderungen, die sich durch Verminderung der Löslichkeit und unter Umständen auch durch Verschwinden der Gerinnbarkeit mit Lab zu erkennen geben. Solche Veränderungen können ähnlich, wie wir dies schon früher erwähnt haben, durch den Ausfall bestimmter notwendiger Atomkomplexe von Bedeutung werden, wenn ein Tier oder Mensch dauernd mit einem solchen Eiweißstoff ernährt werden.

Hiermit im Zusammenhang steht auch der Skorbut der Kinder, die Möller-Barlowsche Krankheit, welche auftritt, wenn die Säug-

linge dauernd mit zu lange und zu stark erhitzter Milch ernährt werden. Daß hierbei gerade Skorbut entsteht, daß die Stoffwechselstörung gerade mit der Erkrankung der knochenbildenden Organe einhergeht, beruht ebenso wie die Entstehung des Skorbutus der Erwachsenen bei einseitiger Ernährung mit Brot darauf, daß die Ernährung mit den unvollständigen Eiweißstoffen unter bestimmten, noch unbekanntem Bedingungen — vielleicht einer unzweckmäßigen Salzmischung, vielleicht einer zu großen Azidität — stattfindet. Fehlen diese Bedingungen, so beobachtet man nur eine allgemeine Störung des Stoffwechsels ohne Skorbut. Wie man sieht, kann man auch hier die Tatsachen ohne die Annahme von Vitaminen in befriedigender Weise erklären. Ich glaube aber auch den experimentellen Beweis für die Richtigkeit meiner Anschauung erbringen zu können. Es gelingt, Tiere, Mäuse, mit einer Nahrung, die als Eiweiß nur die Eiweißstoffe der Milch enthält und nach meiner Meinung vitaminfrei ist, nicht nur auf die Dauer zu erhalten, sondern auch junge Tiere aufzuziehen. Das Kasein muß aber anscheinend mit besonderer Vorsicht hergestellt und im übrigen die Nahrung in richtiger Weise zubereitet sein.

Ein anderer Einwand, der gegen mich erhoben werden könnte, ist der, daß die Menge der „Vitamine“ so klein sei, daß sie sich, zumal sie doch fermentativer und labiler Natur sein könnten, des chemischen Nachweises entzögen. Darauf kann ich nur erwidern: Die Möglichkeit, daß solche Vitamine existieren, kann ich selbstverständlich nicht leugnen. Wer aber eine Annahme von so weittragender Bedeutung macht, hat auch zwingende Beweise für deren Richtigkeit zu liefern. Diese fehlen aber nach meiner Meinung.

Die besonders von den Klinikern immer wieder betonte Tatsache, daß schon überraschend kleine Mengen frischer Nahrungsmittel beim Skorbut heilend wirken, wie ja auch sehr kleine von Milch in den erwähnten Versuchen von G. Hopkins das Wachstum von Ratten bei künstlicher Ernährung ermöglichten, kann ich weder als einen wenn auch nur indirekten Beweis für das Vorhandensein von Vitaminen noch als einen Gegenbeweis gegen die Richtigkeit meiner Anschauung betrachten. Im tierischen Organismus stehen alle Organe in engster Abhängigkeit voneinander. Man sieht gerade das wesentliche Charakteristikum der Lebensvorgänge in den „Korrelationen“. Stellen wir uns nun einen Organismus unter dem Bilde eines komplizierten Uhrwerks vor, das aus Tausenden von Rädchen besteht, die mit ihren Zähnen ineinandergreifen und um Achsen laufen, die mit feinen Spitzen auf ihren glatten Widerlagern ruhen. Brüche aus einem Rädchen ein

Zahn heraus, der als Masse nur einen winzigen Bruchteil des ganzen Uhrwerks ausmachte, so könnte durch Verschiebung der Achsen oder in anderer Weise eine Störung im Gange des Uhrwerkes eintreten, die nach einiger Zeit zu seinem Stillstande führte. Einem solchen Rädchen könnten wir eine lebenswichtige Ganglienzelle vergleichen, die zu ihrer Funktion der Zufuhr einer ganz bestimmten Verbindung bedarf, die nur aus einem vollständigen Eiweißkörper durch Spaltung entstehen kann. Die Annahme, daß das Eiweiß im Darmkanal stets bis zu den einfachsten Spaltungsprodukten abgebaut werde, und daß nur diese „einfachen Bausteine“ im Stoffwechsel Verwendung finden, ist nicht bewiesen, läßt sich auch nicht beweisen und wird den Vorstellungen, die man sich nach meiner Meinung über die Zellvorgänge bilden muß, nicht gerecht. Ich nehme an, wie das bis vor kurzem ganz allgemein geschah, daß neben den Produkten der totalen Hydrolyse eine unübersehbare Menge von Produkten des partiellen Eiweißabbaus bei der Verdauung im Darmkanal entsteht, zur Resorption gelangt und in mehr oder weniger veränderter Form den Organen zugeführt wird, um hier deren verschiedene Funktion zu ermöglichen. Die verschiedene Funktion der verschiedenen Organe setzt nicht nur einen verschiedenen Bau der Zellen voraus, sondern macht auch — wenigstens für mich — die Annahme, daß das den verschiedenen Zellen vom Darm her direkt oder nach vorheriger Bearbeitung in anderen Organen zugeführte Material zum Teil verschieden ist, wahrscheinlich. Es könnte deshalb auch nur eine geringfügige Veränderung in der Struktur eines Eiweißkörpers der Nahrung, wie sie z. B. beim Erwärmen von Kaseinlösungen entsteht, zur Folge haben, daß ein Atomkomplex, der für eine lebenswichtige Funktion auf die Dauer nicht entbehrt werden kann, sich nicht zu bilden vermag. Eine Zeitlang entsteht er noch auf Kosten von Reservestoffen des Organismus. Dann tritt die Störung ein und sie verschwindet sofort, wenn der fehlende Atomkomplex sich aus der Nahrung bilden kann. Ueber die Mengenverhältnisse, in denen er erforderlich ist, können wir uns keine Vorstellung machen, ebensowenig wie über die Menge und Art des Nahrungsbestandteils, aus denen er sich bildet.

Ich kann also den erhobenen Einwänden keine Bedeutung beimessen. Meine Hypothese erklärt ungezwungen ohne die Annahme von Vitaminen die günstige Wirkung der Kleie bei einseitiger Ernährung mit Cerealien sowie die Gesundheitsstörungen, die sich mit der Zeit bei andauerndem einseitigen Genuß kleiefreier Cerealien und der aus ihnen gewonnenen Mehle einstellen, in befriedigender Weise.

Ich komme somit zu dem Schluß: Damit eine Nahrung allen Bedürfnissen des Organismus auf die Dauer genüge, muß sie unveränderte „vollständige“ Eiweißstoffe enthalten. Sind die Eiweißstoffe von Natur unvollständig oder werden sie durch die Zubereitung verändert, so muß die Nahrung „Ergänzungstoffe“ enthalten, welche dem Körper die notwendigen, sonst in der Nahrung fehlenden Atomgruppen liefern.

Der Unterschied meiner Hypothese im Vergleich zur Vitaminhypothese besteht darin, daß nach der Vitaminhypothese Vitamine, bisher unbekannte, hochmolekulare, kompliziert zusammengesetzte und sehr labile, von den bisherigen Nahrungsstoffen ganz verschiedene Substanzen unter allen Umständen in unserer Nahrung enthalten sein müssen. Ich dagegen nehme an, daß unsere Nahrung „Ergänzungstoffe“ nur dann enthalten muß, wenn unsere Nahrung keine unveränderten, „vollständigen“ Eiweißstoffe enthält. Diese „Ergänzungstoffe“ stehen nach meiner Hypothese in jedem einzelnen Falle chemisch in einer ganz bestimmten Beziehung zu den Eiweißstoffen der Nahrung, indem sie dem Organismus die notwendigen Atomgruppen liefern, die die Eiweißstoffe der betreffenden Nahrung nicht zu liefern vermögen. An Stelle von etwas Allgemeinem, fast möchte ich sagen, etwas Mystischem, setze ich etwas Spezielles, Faßliches. Das Fruchtbare meiner Hypothese sehe ich besonders darin, daß sie der Forschung eine ganz bestimmte Richtung anweist, nämlich festzustellen, ob die stickstoffhaltigen Stoffe, die sich in der Kleie finden, die Atomgruppen zu liefern vermögen, die den „unvollständigen“ Eiweißstoffen des Mehlkörpers fehlen¹⁾.

¹⁾ Weiteres siehe F. Röhm ann, Ueber künstliche Ernährung und Vitamine. Die Biochemie in Einzeldarstellungen, herausgegeben von A. Kanitz, Berlin, Gebr. Bornträger, 1916. Dasselbst auch die einschlägige Literatur.



Siebenter Band, 1902. 1: Ueber radioaktive Substanzen und deren Strahlen. Von Prof. Dr. F. Giesel. Mit 4 Abbildungen. — 2/4: Die Preisbewegung von Chemikalien seit dem Jahre 1861. Von Dr. Karl Grauer. — 5: Chemische Affinität und Energieprinzip. Von Dr. Jos. Siegrist. — 6: Die Entwicklungsgeschichte der künstlichen organischen Farbstoffe. Von Prof. Dr. R. Nietzki. — 7/8: Ueber den gegenwärtigen Stand der Valenzlehre. Von Prof. Dr. F. W. Hinrichsen. — 9/10: Ueber den Einfluss der Kernsubstitution auf die Reaktionsfähigkeit aromatischer Verbindungen. Von Prof. Dr. Julius Schmidt. — 11: Zur Verwertung des Zinns von Weissblechabfällen. Von Dr. Hans Mennicke. — 12: Das Gärungsproblem. Von Prof. Dr. Felix B. Ahrens.

Achter Band, 1903. 1/2: Die Diazoverbindungen. Von Prof. Dr. A. Hantzsch. — 3/4: Ueber die Laktone. Von Prof. Dr. Edv. Hjelt. — 5/7: Die Theorie der elektrolytischen Dissociation. Von Prof. Dr. R. Abegg. — 8: Der gegenwärtige Stand der Schwefelsäureindustrie. Von Dr. Gustav Rauter. — 9: Die Santoningruppe. Von Prof. Dr. E. Wedekind. — 10: Chemische Verwandtschaftslehre. (Die Lehre von den Gleichgewichten in homogenen und heterogenen Systemen und von der Reaktionsgeschwindigkeit.) Von Prof. Dr. W. Herz. — 11: Die Nitroverbindungen. Von Prof. Dr. Julius Schmidt. — 12: Ueber Racemie. Von Prof. Dr. A. Ladenburg. Mit 1 Abbildung. Von den Hydraten in wässriger Lösung. Von Prof. Dr. Emil Baur. Mit 6 Abbildungen.

Neunter Band, 1904. 1/2: Die Lichtabsorption in Lösungen vom Standpunkt der Dissociationstheorie. Von Dr. George Rudolf, B. Sc. Mit 1 Abbildung. — 3/5: Das Vanadin und seine Verbindungen. Von Dr. Fritz Ephraim. Mit 1 Abbildung. — 6/7: Das Deutsche Patentgesetz und die Vorschläge des Deutschen Vereins für den Schutz des gewerblichen Eigentums. Von Dr. Gustav Rauter. — 8: Ueber den Zusammenhang zwischen Farbe und Konstitution bei chemischen Verbindungen. Von Prof. Dr. Hugo Kauffmann. — 9/10: Der Stickstoff der Steinkohle. Von Dr. W. Bertelsmann. — 11/12: Beiträge zur Theorie des Generator- (oder Luft-) und des Wassergases. Von Prof. H. Freiherr von Jüptner. Mit 11 Abbildungen.

Zehnter Band, 1905. 1/2: Die Anomalie der starken Elektrolyte. Von Dr. K. Drucker. — 3/4: Die organischen Magnesiumverbindungen und ihre Anwendung zu Synthesen. Von Prof. Dr. Julius Schmidt. — 5/6: Die Chemie auf der Weltausstellung zu St. Louis 1904. Von Dr. Walter Vieweg. — 7/9: Der Tetrachlorkohlenstoff unter besonderer Berücksichtigung seiner Verwendung als Lösungs- bzw. Extraktionsmittel in der Industrie der Fette und verwandter Gebiete. Von Dr. B. M. Margosches. — 10: Die Phasentheorie und ihre Anwendung. Von Dr. Julius Meyer. Mit 23 Abbildungen. — 11/12: Die Verwendung von Chemikalien als Heilmittel. Von Dr. Paul Cohn.

Elfte Band, 1906. 1/2: Die Beziehungen zwischen Fluoreszenz und chemischer Konstitution. Von Prof. Dr. Hugo Kauffmann. Mit 1 Kurve. — 3: Die Lehre von der Reaktionsbeschleunigung durch Fremdstoffe (Katalyse). Von Prof. Dr. W. Herz. — 4: Der Auerstrumpf. Von Dr. H. W. Fischer, Breslau. Mit 7 Abbildungen. — 5: Beiträge zur Theorie der Eisenhüttenprozesse. Ein Versuch zur Einführung der physikalisch-chemischen Anschauungen in die Technik. Von Prof. H. Freiherr v. Jüptner. Mit 6 Abbildungen. — 6/7: Die Kennzeichnung (Deklaration) der Nahrungs- und Genussmittel. Von Dr. H. Rühle. — 8/9: Allgemeine Chemie der Eiweißstoffe. Von Prof. Dr. Fr. N. Schulz. — 10/11: Ueber Chinone und chinoide Verbindungen. Von Prof. Dr. Julius Schmidt. — 12: Die optisch-aktiven Verbindungen des Schwefels, Selens, Zinns, Siliziums und Stickstoffs. Von Prof. Dr. M. Scholtz. Mit 1 Abbildung.

Zwölfter Band, 1907. 1/3: Die Auxochrome. Von Prof. Dr. Hugo Kauffmann. — 4/6: Neuere Färbetheorien. Von Prof. Dr. C. G. Schwalbe. — 7/8: Die Entwicklung der Leuchtgaszerzeugung seit 1890. Von Dr. W. Bertelsmann. Mit 38 Abbildungen. — 9/10: Kristallinisch-flüssige Substanzen. Von Prof. Dr. D. Vorländer. Mit 28 Abbildungen. — 11: Elektrochemie der nichtwässrigen Lösungen. Von Prof. Dr. G. Carrara. Uebersetzt von Prof. Dr. K. Arndt. — 12: Berzelius — Liebig — Dumas. Ihre Stellung zur Radikaltheorie 1832—1840. Von Prof. Dr. Edv. Hjelt. Mit 1 Abbildung.

Dreizehnter Band, 1908. 1/2: Ueber einige sauerstoffhaltige Verbindungen des Stickstoffs. Experimentelle Untersuchungen von Prof. Dr. A. Angeli. Uebersetzt von Prof. Dr. K. Arndt. — 3/9: Die elektrochemische Reduktion organischer Nitrokörper und verwandter Verbindungen. Von Dr. Kurt Brand. — 10: Die induzierten Reaktionen, ihre Geschichte und Theorie. Die Reaktion Ferrosalz-Permanganat in salzsaurer Lösung. Von Dr. A. Skrabal. Mit 1 Abbildung. — 11/12: Die organischen Magnesiumverbindungen und ihre Anwendung zu Synthesen. II. Von Prof. Dr. Julius Schmidt.

Vierzehnter Band, 1909. 1/3: Affinitätsmessungen an schwachen Säuren und Basen. Von Harald Lundén. — 4: Die Entdeckung des Sauerstoffes. Von Prof. Dr. S. M. Jörgensen. Aus dem Dänischen von Vilhelm Ortved und Max Speter. Mit 3 Abbildungen. — 5: Die Entwicklung der Stereochemie des fünfwertigen Stickstoffs im letzten Jahrzehnt. Von Prof. Dr. E. Wedekind. Mit 5 Abbildungen. — 6/7: Ueber die Anwendung der thermischen Analyse zum Nachweis chemischer Verbindungen. Von Prof.



31846

L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Dr. R. Kremann. Mit 43 Abbildungen. — 8: Wirkung. Von Prof. Dr. Leopold Spiege
Dr. Heinrich Wieland.

Fünftehnter Band. 1910. 1: Der
der wichtigsten Verteilungs-Koeffizienten z
W. Herz. — 2/3: Die Allotropie der chemis
Mit 8 Abbildungen. — 4/6: Lavoisier und sei
Von Dr. Max Speter. — 7: Chemie der Ger
Lösungstheorien in ihrer geschichtlichen A

Sechzehnter Band. 1911. 1/3: Die Na
Bekämpfung. Von Prof. Dr. A. Beythien. — 4/7: Die Konstitution der Chinaalkaloide.
Von Prof. Dr. Ezio Comanducci. — 8/10: Der Stand der Indikatorenfrage. Zugleich
ein Beitrag zur chemischen Theorie der Farbe. Von Prof. Dr. A. Thiel. Mit 3 Abbildungen.
— 11/12: Die indirekten Methoden der analytischen Chemie. Von Prof. Dr. Juan Fages
y Virgili. Mit Genehmigung des Verfassers deutsch herausgegeben von Dr. Werner
Mecklenburg.

Siebzehnter Band. 1911. 1/5: Das Hydrosulfit. Teil I. Grundzüge der physi-
kalischen Chemie des Hydrosulfits im Vergleich zu analogen Schwefelsauerstoffderivaten.
Von Dr. Karl Jellinek. Mit 15 Kurven. — 6/8: Die chemischen Wirkungen des Lichts.
Von Dr. Fritz Weigert. Mit 2 Abbildungen. — 9: Ueber die Bedeutung des Eiweiß-
stoffwechsels für die Lebensvorgänge in der Pflanzenwelt. Von Prof. Dr. Felix Ehrlich.
Neue Studien in der Indol- und Pyrrolgruppe. Von Prof. Dr. A. Angeli. Deutsch von
Dr. W. Roth. — 10/12: Die Berechnung chemischer Affinitäten nach dem Nernstschen
Wärmetheorem. Von Dr. F. Pollitzer. Mit 9 Abbildungen.

Von Band XVIII an je 12 Hefte im Abonnement 15 M., einzeln 1 M. 50 Pf.

Achtzehnter Band. 1912. 1/6: Das Hydrosulfit. Teil II: Anorganische, organische
und technische Chemie des Hydrosulfits. Von Dr. Karl Jellinek. Mit 2 Kurven. —
7/9: Die Konstitutionsforschung der wichtigsten Opiumalkaloide. Von Dr. Paul Kappel-
meier. Mit 4 Texttafeln. — 10/12: Die Nitramine und ihre Isomeren. Von Dr. H. J. Backer.

Neunzehnter Band. 1913. 1: Die Valenzhypothese von J. Stark vom chemischen
Standpunkt. Von Dr. Paul Ruggli. Mit 17 Abbildungen. — 2/3: Organische Arsenver-
bindungen und ihre chemotherapeutische Bedeutung. Von Dr. M. Nierenstein. —
4/6: Die Oxydation des Ammoniaks zu Salpetersäure und salpetriger Säure. Von Prof.
Ed. Donath und Ing.-Chemiker A. Indra. — 7: Der Streit über die Substitutionstheorie
1834—1845. Von Prof. Dr. Edv. Hjelt. — 8/10: Die periodischen Erscheinungen in der
Chemie. Von Prof. Dr. Robert Kremann. Mit 77 Abbildungen. — 11: Verbindungen,
Lösungen, Gemenge. In elementarer Darstellung von Prof. Dr. W. Herz. Mit 2 Abbildungen.
Die Photochemie der Zukunft. Von Prof. Dr. Giacomo Ciamician. Deutsch von Privat-
dozent Dr. H. Grossmann. — 12: Ueber die Konstitution der Azoxyverbindungen. Exper-
imentelle Studien von Prof. Dr. Angelo Angeli. Deutsch von Dr. W. Roth.

Zwanzigster Band. 1913. 1/4: Historische Notizen und Betrachtungen über die
Anwendung der Atomtheorie in der Chemie und über die Systeme der Konstitutionsformeln
von Verbindungen. Von St. Cannizzaro †. Aus dem Italienischen mit einer biographischen
Einleitung. Von Prof. Dr. B. Lino Vanzetti und Dr. Max Speter. — 5/7: Die elektro-
lytische Darstellung des Ferricyankaliums. Von Dr. phil. Georg Grube. Mit 11 Abbild.
— 8/9: Analytische Chemie des Methylalkohols. Von Priv.-Doz. Dr. H. Bauer. Mit 7 Abbild.
— 10: Über die Kalorimetrie der niedrigen Temperaturen. Von Prof. Dr. Tad. Estreicher.
Mit 6 Abbildungen. — 11/12: Die chemische Technologie des Vanadins. Von Dr. Gustav
Fester. Mit 3 Abbildungen.

Einundzwanzigster Band. 1914. 1/3: Die Theorie der alkalimetrischen und
azidimetrischen Titrierungen. Von Dr. Niels Bjerrum. Mit 11 Abbildungen. — 4: Hefe
und Gärung in ihrer Abhängigkeit von Wasserstoff- und Hydroxylionen. Von Lic.
E. Hägglund. Mit 4 Abbildungen. — 5/7: Die Änderungen der Lichtabsorption bei der
Salzbildung organischer Säuren. Von Dr. J. Lifschitz. Mit 15 Abbildungen. —
8/11: Über das Atomgewicht des Tellurs und seine Beziehungen zu den Gruppenhomologen.
Von Prof. Dr. G. Pellini. Deutsch von Prof. Dr. B. L. Vanzetti. Mit 6 Abbildungen. —
12: Physikalische Chemie und Patentrecht. Von Victor Samter †. Aus dem Nachlaß
herausgegeben und eingeleitet von Prof. Dr. H. Grossmann.

Zweieundzwanzigster Band. 1915. 1/2: Geschmack und Konstitution bei orga-
nischen Verbindungen. Von Dr. Georg Cohn. — 3/10: Englands Handelskrieg und die
Chemische Industrie. Von Dr. H. Grossmann. — 11: Die
Hydrolyse der Zellulose un
Cerealien in Beziehung z
Mit 7 Abbildungen.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298525