

Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 15 (1924)

Heft: 5

Artikel: Die Vitamine

Autor: Burri, R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-984387>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

jodiertem Kochsalz durch die Kantone, die Beurteilung von Verschnitten von Obsttresterbranntwein mit Obstspirit, die von einer Obstweingenossenschaft angeregte Frage des Verbotes künstlicher, alkoholfreier Getränke, die selbstverständlich ablehnend begutachtet werden musste, den Ausschank von eingedickten Obstsäften, die Aufstellung von Normen für das Gewicht von gewissen Wurstsorten, die Deklaration von Schaumweinen, Anforderungen an die 1923er Tirolerweine, Erfahrungen mit der Polenske-Zahl bei holländischer Butter und schliesslich noch Gebührenfragen, sowie Mitteilungen über den Stand der jeweiligen Revision der Lebensmittelverordnung.

Im März ging der Vorsitz an Herrn Prof. Dr. Kreis über, nachdem es dem Berichterstatter während 10 Jahren vergönnt war, die Arbeit des Verbandes zu leiten. Wenn diese erspriesslich war, so dankt er es seinen Kollegen, die ihm die Aufgabe ebenso leicht wie angenehm machten.

Die Vitamine.

Orientierendes Referat von Prof. Dr. R. BURRI,

gehalten an der

XXXVI. Jahresversammlung des Schweizer. Vereins analytischer Chemiker
vom 27./28. Juni 1924 in Zofingen.

Neue Erkenntnisse von fundamentaler Wichtigkeit, die Marksteine in der Entwicklung bestimmter Wissensgebiete bedeuten, sind im allgemeinen weder das Ergebnis der Forschertätigkeit eines Einzelnen, noch gelangen sie unvermittelt in ihrer vollen Leucht- und Ueberzeugungskraft zur Geltung. Ein Beispiel hiefür liefert die Entdeckungsgeschichte der Vitamine, jener rätselhaften Stoffe, die auch unter den Namen Nutramine, Komplettine, Ergänzungsnährstoffe und andern Bezeichnungen in die wissenschaftliche und volkstümliche Literatur eingeführt wurden und deren Bedeutung, kurz gesagt, darin besteht, dass der menschliche und tierische Organismus, vielleicht überhaupt alle Vertreter der organisierten Welt, nicht wachsen und normal gedeihen können, wenn die genannten Stoffe in der Nahrung fehlen. Mit der Aufnahme dieses Satzes in den Bestand unseres Wissens über die Grundlagen der Ernährung fällt die noch vor wenig mehr als 10 Jahren allgemein massgebende Anschauung dahin, dass eine im kalorischen Gesamtwert den Bedürfnissen des Individuums genügende und in geeigneten Verhältnissen aus Eiweisstoffen, Fett, Kohlehydraten und Mineralsalzen zusammengesetzte Nahrung für seine normale Entwicklung notwendig und hinreichend sei. Die gewaltige Tragweite dieses Umschwunges der Anschauungen springt in die Augen.

I. Entdeckungsgeschichte.

Wenn wir den Weg etwas verfolgen, den die Entwicklung der Vitaminlehre genommen hat, so erkennen wir hauptsächlich drei Forschungsrichtungen, die notwendigerweise früher oder später auf Befunde stossen mussten, welche alle in gleicher Weise auf ein neues Ziel, das heute so intensiv bebaute Gebiet der Vitamine, wiesen. Es sind zunächst die im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts eifrig betriebenen Studien über die Bedeutung der Salze für die Ernährung, sodann die später einsetzende Bearbeitung der Frage der Verschiedenwertigkeit der Eiweisstoffe, vor allem aber die Bestrebungen zur Aufklärung der Ursachen der im fernen Osten heimischen Beriberi-Krankheit.

Aus dem Jahre 1873 stammt eine Mitteilung von *Forster*, welcher im Anschluss an seine Salzstudien bei Tauben, die er mit Casein und Stärke ernährte, ein Krankheitsbild beobachtete, das man heute zwangslös auf das Fehlen bestimmter Vitamine zurückführen, d. h. als sogenannte Avitaminose auffassen würde, und im Jahre 1881 zog *Lunin*, der in *Bunges* Laboratorium arbeitete, aus gewissen Versuchen bei Mäusen den bemerkenswerten Schluss, «dass Milch ausser den bekannten Bestandteilen noch andere unbekannte, lebenswichtige Substanzen enthält».

Die Beriberi-Krankheit hatte man schon lange mit der einseitigen Reisnahrung der ärmeren Volksklassen weiter Gebiete Asiens in Zusammenhang gebracht, ohne das eigentliche Wesen der Krankheit zu erkennen, und schon 1882 hatte *Takaki* die japanische Armee durch Aenderung der Nahrung unter Ausschaltung des Reises von der gefürchteten Krankheit befreit. Nach und nach gewann aber die Ueberzeugung Boden, dass namentlich der weisse, polierte Reis für die Krankheit verantwortlich zu machen sei und diese Anschauung fand eine mächtige Stütze in den Erhebungen, welche der holländische Chemiker *Eijkman*, 1895 bis 1896, in 100 javanischen Gefängnissen anstellen liess. Die Zahl der Beriberi-Fälle zur Zahl der Gefangenen war:

- bei weissem Reis 1:39,
- bei Reis mit partiell entferntem Silberhäutchen 1:416,
- bei unpoliertem Reis 1:10725.

Bald darauf machte *Eijkman* die höchst wertvolle Beobachtung, dass Hühner, welche mit Küchenabfällen aus einem Beriberi-Krankenhaus gefüttert wurden, ähnliche Krankheitssymptome aufwiesen wie die Patienten selbst, und in der Tat ergaben Fütterungsversuche unter vorwiegender Verwendung von geschältem oder poliertem Reis, dass man in kurzer Zeit bei Geflügel eine der menschlichen Beriberi entsprechende Krankheit hervorrufen kann. *Eijkman* nannte die Krankheit Polyneuritis und unter dieser Bezeichnung ist jetzt allgemein die experimentelle Beriberi verstanden. Ihr Entdecker wies auch nach, dass

durch polierten Reis krankgemachte Hühner durch nachträgliche Zufügung der Polierabfälle zum Futter geheilt werden konnten und dass auch wässerige Auszüge aus diesen Abfällen Heilwirkung besassen. Bezuglich der günstigen Wirkung der Polierabfälle vertrat er zuerst die Meinung, dass in ihnen Stoffe enthalten seien, welche gewisse bei der einseitigen Stärkenahrung im Verdauungskanal entstehende Gifte zu kompensieren im Stande seien. Später aber, gegen 1906, änderte er seine Ansicht zu Gunsten der heute noch bestehenden, wonach durch das Polieren des Reises dem Reiskorn gewisse für Mensch und Tier lebenswichtige Bestandteile entzogen werden. Aus dem Gesagten geht hervor, dass *Eijkman* das hervorragende Verdienst gebührt, die Ursache der Beriberi-Krankheit in der Entfernung der Reiskleie aus der Reisnahrung gefunden und damit einen bestimmten Teil der Vitaminforschung in Fluss gebracht zu haben.

Ebenfalls im Jahre 1906 war *F. G. Hopkins* in England durch Versuche zum Schlusse gekommen, dass die in seinem Laboratorium gehaltenen Tiere zum Wachstum Stoffe notwendig haben, die mit den bisher bekannten Nährstoffen nicht identisch sind. Er nannte diese Stoffe «akzessorische Ernährungsfaktoren». Zwei andere Engländer, *Fraser* und *Stanton*, haben 1907 berichtet, dass sie aus einem alkoholischen Extrakt von Reiskleie ein Produkt erhielten, das Beriberi gegenüber heilende Eigenschaften besass. *Walter Eddy* in seinem ausgezeichneten «Vitamine Manual» bemerkte dazu, dass logischerweise zu erwarten gewesen wäre, dass diese Forscher den heilenden Stoff identifiziert und benannt hätten, doch sei die Geschichte bekanntlich nicht an die Gesetze der Logik gebunden. Ein deutscher Forscher, *Casimir Funk*, hatte sich, angeregt durch die *Eijkman'schen* Befunde, unterdessen an die Arbeit gemacht und den in der Reiskleie vorhandenen wirksamen Stoff chemisch zu fassen gesucht. Nach einer Reihe von Operationen gelangte er zu einem kristallinischen Produkt, welches einheitlicher Natur zu sein schien, einen bestimmten Schmelzpunkt hatte und Heilwirkung gegenüber experimenteller Beriberi besass. Da die Substanz in Rücksicht auf ihre Gewinnungsweise aminartigen Charakter haben musste und ihre Anwesenheit Leben, ihre Abwesenheit aber Tod bedeutete, so bezeichnete sie *Funk* als Vitamin, d. h. Lebensamin. Später stellte sich aber heraus, dass das *Funk'sche* Vitamin aus mehreren Substanzen bestanden hatte, von denen die identifizierbaren, wie z. B. Nikotinsäure, unwirksam waren und offenbar als Verunreinigung des gesuchten, gegen Beriberi wirksamen Stoffes aufgefasst werden mussten. Da es weder *Funk* noch anderen gelingen wollte, einen einheitlichen Körper mit Heilwirkung aus den einzelnen Fraktionen zu isolieren, wurde die Bezeichnung angefochten mit der Begründung, dass das wirksame Prinzip vielleicht überhaupt kein Amin sei. Aus praktischen Gründen liessen aber die meisten auf dem Gebiete tätigen Autoren die Bezeichnung nicht fallen und

heute ist sie unter den verschiedenen vorgeschlagenen die populärste Sammelbezeichnung für eine ganze Klasse von Stoffen, von denen das ursprüngliche Funk'sche Vitamin ein typischer Vertreter ist.

Ungefähr im Zeitpunkte der ersten Funk'schen Veröffentlichungen, also 1911, waren die Amerikaner *Osborne* und *Mendel* auf Grund von Studien über reine Eiweisstoffe zu dem Resultat gekommen, dass weisse Ratten trotz Darreichung eines anscheinend allen Anforderungen entsprechenden Gemisches von reinen Nährstoffen nicht wachsen wollten, ohne dass Faktoren anwesend waren, die einen Bestandteil der Milch bildeten. Solche Faktoren schienen sowohl dem Milchfett, als auch den von Casein und Fett befreiten Molken eigentümlich zu sein. Es genügte, einen dieser Milchbestandteile aus der betreffenden Nahrungsration wegzulassen, um bei den Versuchstieren das Wachstum zu stören. Ein anderer, schon seit 1907 mit Ernährungsproblemen beschäftigter Amerikaner, *Mc Collum*, stiess bei seinen Versuchen auf ähnliche Tatsachen. Er hatte Gemische von gereinigten Nährstoffen zusammengesetzt, die dem Stande der Forschung gemäss für die normale Entwicklung von Ratten genügen sollten. Die Salze dieser Gemische waren in Anlehnung an die Zusammensetzung der Milchrasche gewählt. Es zeigte sich nun, dass die Nährgemische für das Gedeihen der Ratten hinreichend waren, doch nur unter der Voraussetzung, dass das Fett in Form von Butter gegeben wurde. Traten an Stelle von Butter Schweineschmalz oder Olivenöl oder andere vegetabilische Oele, so war bei den Tieren Wachstums-hemmung festzustellen. Eine in gleicher Richtung liegende wichtige Beobachtung hatte der Deutsche *Stepp*, welcher sich mit Versuchen über das Wertverhältnis verschiedener Fettarten beschäftigte, schon 1909 gemacht. Ratten, mit Milch und Brot ernährt, wuchsen normal; sie gedeihen aber nicht mehr mit derselben Nahrung, nachdem diese mit Alkohol und Aether extrahiert worden war. *Stepp* schrieb natürlich dieses Verhalten dem Fettmangel zu, war aber überrascht zu sehen, dass der Zusatz verschiedener gereinigter Fette nicht im Stande war, das Gedeihen der Tiere zu fördern. Wohl aber entwickelten sich diese wieder normal, als er das von Alkohol und Aether befreite Extrakt mit der extrahierten Nahrung vereinigte. Er schloss daraus, dass durch die Extraktion mit dem Fett etwas entfernt worden war, das nicht Fett war und er sagt: «es ist nicht unmöglich, dass die unbekannte, lebensnotwendige Substanz im Fett gelöst ist, und dass das letztere als Träger dieser Substanz angesehen werden muss».

Die von verschiedenen Seiten an der Milch gemachten Beobachtungen erregten begreiflicherweise das Interesse aller Ernährungsphysiologen und es entstanden lebhafte Diskussionen über die Stellung der in Milch nachgewiesenen Wachstumsfaktoren zu dem von *Funk* behandelten Vitamin aus Reiskleie, das inzwischen auch in bedeutenden Mengen

in Hefe nachgewiesen worden war. Weitere Versuche, namentlich von amerikanischer Seite in umfassender Weise durchgeführt, brachten dann die Abklärung in dem Sinne, dass mindestens 2 Faktoren existieren, welche für das normale Wachstum der Versuchstiere durchaus notwendig sind, nämlich:

Vitamin A

fettlöslich,
nicht antineuritisch,
vorhanden in Butterfett
und Eigelb.

Vitamin B (Funks Vitamin)

wasserlöslich,
antineuritisch,
vorhanden in Milchserum,
Hefe und Reiskleie.

Schon in seinen ersten Mitteilungen über das bei der Beriberi-Krankheit eine Rolle spielende Vitamin hatte *Funk* die Ansicht ausgesprochen, dass wahrscheinlich noch verschiedene Krankheiten auf Vitaminsturm zurückzuführen sind, so der Skorbut, der früher in nordischen Ländern gewaltige Verheerungen anrichtete und besonders auch die Schiffsmannschaften heimsuchte. Dass die Krankheit irgendwie mit der Ernährung zusammenhing, war zwar schon im 18. Jahrhundert wiederholt ausgesprochen worden und die heilende Wirkung von frischen Gemüsen und Fruchtsäften war schon lange bekannt. Man erklärte sich aber die Entstehung der Krankheit meistens durch Entstehung von Giften im Darm unter dem Einfluss einer bestimmten Ernährungsweise, oder auch durch Giftbildung bei Herstellung der Konserven, auf die man meistens in Verhältnissen angewiesen ist, unter denen leicht Skorbut auftritt. Im Jahre 1905 äusserte sich der Norweger *Schmitt-Nielsen* dahin, dass Konserven nicht deshalb krankmachend wirken, weil bei ihrer Herstellung Gifte entstehen, sondern weil durch den Trocknungsbeziehungsweise Erhitzungsprozess lebenswichtige Bestandteile vernichtet werden. Zwei andere Norweger, *Holst* und *Fröhlich*, haben dann die Entstehung des Skorbutes in der Hauptsache abgeklärt und auf Grund ihrer und anderer Forschungen muss man zum Schlusse kommen, dass es sich dabei um eine echte Avitaminose handelt. Ausserordentlich förderlich war für die ganze Angelegenheit die im Jahre 1907 erfolgte Entdeckung des experimentellen Skorbuts beim Meerschweinchen durch die genannten Forscher. Das in Frage kommende Vitamin wird jetzt, nach dem Vorschlag des Engländer *Drummond*, allgemein als wasserlöslicher Faktor C bezeichnet. Der Beweis seiner Verschiedenheit von A und B konnte geführt werden durch Fütterungsversuche mit an A und B reichen, aber C-freien Futtergemischen. Die letzteren bewirkten Skorbut, der durch Zulage von C-haltigen Nahrungsbestandteilen geheilt werden konnte. Anderseits war es nicht möglich, schon vorhandenen Skorbut durch reichlich A und B enthaltende Zulagen zu heilen, so lange C fehlte.

2. Die Verschiedenartigkeit der Vitamine.

Auf Grund der im historischen Teil gemachten Angaben werden die *Haupttypen der Vitamine* häufig, namentlich in der englisch-amerikanischen Literatur als:

- fettlöslich A,
- wasserlöslich B,
- wasserlöslich C,

aufgeführt. Durch diese Bezeichnungsweise greift man der Entwicklung der Wissenschaft weniger vor als durch jene andere, in welcher der Charakter der Vitamine als Verhüter bestimmter Krankheiten zum Ausdruck gebracht werden soll. Dieses geschieht bei Verwendung folgender Bezeichnungen, die den obigen entsprechen:

- Antirachitisches Vitamin (A),
- Antineuritisches Vitamin (B),
- Antiskorbutisches Vitamin (C).

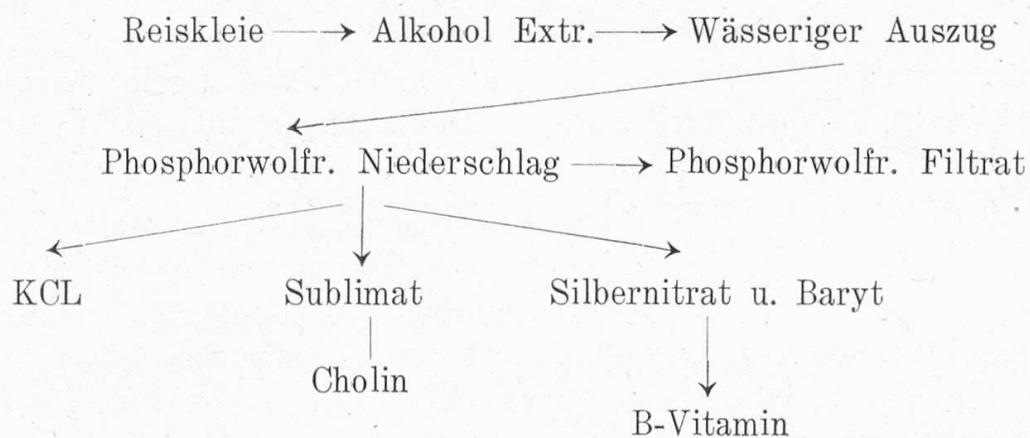
Mit dieser anscheinend so einfachen und bezeichnenden Klassifizierung sind leider die tatsächlichen Verhältnisse noch lange nicht erfasst. Ganz besonders haben sich Schwierigkeiten bei A und B ergeben. Die zahllosen Versuche der verschiedenen Autoren haben immer wieder gezeigt, dass diese beiden Vitamine vor allem die Rolle von Wachstums-Promotoren, Wachstumsförderern, spielen, während eine solche Funktion für C nicht deutlich hervortritt. Man kann sich nun fragen, ob bei einem Mangel von A oder B in der Nahrung die Unterbindung des Wachstums und das Auftreten eines bestimmten Krankheitsbildes auf das Fehlen eines einzigen notwendigen Stoffes oder zweier verschiedener Stoffe zurückzuführen ist. Für die letztere Annahme sprechen experimentelle Befunde, z. B. solche amerikanischer Forscher, welche zeigten, dass das mit Hilfe der Phosphorwolframsäurefraktion erhaltene Antiberiberi-Präparat wohl die nervösen Symptome beseitigt, aber das Versuchstier nicht eigentlich heilt. Eine günstige Wirkung auf das Wachstum soll hingegen durch das Filtrat jener Fraktion erzielt werden. Viele Autoren, darunter *Ragnar Berg*, möchten daher den wasserlöslichen Faktor B nicht einheitlich auffassen, sondern das antineuritische Vitamin Funks von einem es begleitenden wachstumsfördernden Faktor auseinanderhalten.

Eine noch tiefer greifende Kontroverse dreht sich um den fettlöslichen Faktor A. Als Hauptfundorte dieses Vitamins wurden bisher Butterfett, Eigelb und Lebertran angegeben. Die längstbekannte Tatsache, dass Lebertran ein vorzügliches Heilmittel gegen die Rachitis der Kinder ist, hat dazugeführt, den Faktor A direkt als antirachitisches Vitamin A zu bezeichnen. Nun sind in neuerer Zeit gewichtige Gründe für die Anschauung beigebracht worden, dass der ursprüngliche, in Vollmilch und Butter entdeckte fettlösliche Faktor A gar nicht identisch

sei mit dem spezifisch antirachitischen Prinzip im Fischlebertran, so dass man vielleicht gezwungen sein wird, den fettlöslichen Faktor A aufzuteilen in drei fettlösliche Faktoren, nämlich einen notwendigen Wachstumsförderer, einen Faktor, dessen Fehlen den Organismus für Infektionen zugänglich macht und speziell eine später noch zu besprechende eigentümliche Augenkrankheit bedingt, und endlich den eigentlichen gegen Rachitis schützenden und sie heilenden Faktor. Es wirft ein Licht auf die Verwirrung, die entstehen muss, wenn Autoren, wie es geschehen ist, einerseits aus dem fettlöslichen A, anderseits aus dem wasserlöslichen B einen neuen Faktor abspalten und diesen in beiden Fällen als D bezeichnen.

Die *chemische Reindarstellung* wäre wohl geeignet, einer rationalen Klassifizierung der Vitamine die richtige Grundlage zu geben, doch haben sich der Erreichung dieses Ziels bisher unüberwindliche Schwierigkeiten in den Weg gestellt. Man denkt dabei unwillkürlich an die Enzyme, die dem Chemiker auch um so sicherer unter den Händen in nichts zerinnen, je näher er ihrer Isolierung zu sein glaubt. Beiläufig sei erwähnt, dass zwischen den beiden Stoffgruppen doch wesentliche Unterschiede bestehen, indem die Vitamine bedeutend höhere Temperaturen ertragen und wahrscheinlich auch widerstandsfähiger gegen verschiedene chemische Behandlungsarten sind als die Enzyme.

Am eingehendsten hat man sich mit dem wasserlöslichen Vitamintypus B befasst. *Funk* hat seinerzeit aus 50 kg Reiskleie einige Dezigramm einer in Nadeln kristallisierenden Substanz vom Schmelzpunkt 233° gewonnen, die noch Heilwirkung besass. Der Darstellungsgang, der später mit Abänderungen von verschiedenen andern Autoren mit Erfolg verwendet wurde, ist von *Funk* wie folgt skizziert:



Dass die Hauptmenge der sogenannten Vitaminfraktion aus Nikotinsäure bestand, wurde bereits erwähnt. Die letztere schien die wirksame Substanz als Verunreinigung zu begleiten, doch scheiterten alle Trennungsversuche. Andern Untersuchern war kein besserer Erfolg beschert, und auch das Verfahren, durch Adsorption das Vitamin an Fullerserde

oder an speziell für die Aufnahme basischer Substanzen präparierte Kohle zu binden, das tatsächlich zur Konzentration des wirksamen Stoffes führte, liess kein günstigeres Endergebnis erzielen.

In neuester Zeit ging durch die Tagespresse die Mitteilung, dass es Prof. *Eddy* von der Columbia Universität in New-York gelungen sei, einen Körper einheitlicher Natur zu isolieren, der die charakteristischen Wirkungen eines Vitamins besitze, wonach also die Darstellung wenigstens eines Vertreters der so überaus interessanten Stoffklasse gelungen wäre.*)

Von den Vitaminen A und C ist bezüglich ihrer chemischen Natur noch weniger bekannt als von B. A wird mit gewisser Berechtigung als stickstoff- und phosphorfrei angenommen.

Die bisher fehlende chemische Identifizierung der Vitamine hat natürlich nicht gehindert, zahlreiche bemerkenswerte Beobachtungen über das physikalische und chemische Verhalten einzelner Glieder dieser Stoffgruppe zu machen.

Fettlösliches Vitamin A scheint im allgemeinen die Erhitzung sehr gut zu ertragen und kann unter Umständen mehrere Stunden auf 100° erwärmt werden, ohne wesentlich zu leiden. Sauerstoffzutritt während der Erwärmung befördert die Zerstörung des Vitamins. Der Fetthärtungsprozess ist nach bisherigen Erfahrungen mit der vollständigen Vernichtung des allfällig im Rohmaterial enthaltenen Faktors A verbunden.

Säuren und Alkalien sind anscheinend von geringer Wirkung auf dieses Vitamin. Bemerkenswert ist, dass nach neuesten Versuchen von *Steenbock* Vitamin A-haltiges Fett verseift werden kann, ohne dass das Vitamin leidet. Dadurch ist ein Mittel gegeben, fettfreie Konzentrate zu gewinnen.

Eine auffallende Tatsache ist darin zu erblicken, dass stark gelb gefärbte Stoffe, z. B. intensiv gelbes Eigelb, oder gelber Mais, oder gelbe Rüben mehr Vitamin enthalten als hellfarbiges Eigelb, weißer Mais oder weiße Rüben. Ein näherer Zusammenhang mit dem Carotin hat sich indessen nicht feststellen lassen und jedenfalls ist Vitamin A nicht etwa identisch mit Carotin.

Wasserlösliches Vitamin B. Auch dieses ist gegenüber Wärme in bedeutendem Grade widerstandsfähig und beim Arbeiten mit Extrakten wird stundenlang auf dem Dampfbad konzentriert, ohne das Vitamin zu schädigen. Bedingung ist hier allerdings, dass die Reaktion der Flüssigkeit nicht alkalisch, sondern neutral oder sauer ist.

Dieses Vitamin ist nicht nur in Wasser, sondern unter Einhaltung gewisser Bedingungen auch in Benzin, Olivenöl und Oelsäure löslich.

Eine charakteristische Eigenschaft ist seine leichte Adsorbierbarkeit durch gewisse poröse Substanzen, z. B. Lloyds Reagens, eine be-

*) Die Originalquelle jener Mitteilung ist mir bis jetzt nicht bekannt geworden.

sonders präparierte Fullerserde. Dieses Verhalten kann benutzt werden, um C und B voneinander zu trennen.

Wasserlösliches Vitamin C. Es ist entschieden gegen Hitze viel empfindlicher als die beiden andern, doch scheinen die die Erwärmung begleitenden Umstände von grossem Einfluss zu sein. Alkalische Reaktion befördert die Zerstörung, ebenso Luftzutritt. Im Gegensatz zu B wird C nur unbedeutend durch poröse Materialien adsorbiert.

3. Die Avitaminosen.

Als Avitaminosen hat man Krankheiten bezeichnet, die auf den Mangel dieses oder jenes Vitamins in der Nahrung zurückzuführen sind. In der ersten Auflage seines Buches hat *Casimir Funk* nur die Beriberi-Krankheit mit Bestimmtheit auf die ungenügende Zufuhr eines jener geheimnisvollen Stoffe (von ihm als Vitamin bezeichnet) zurückführen können, gleichzeitig aber die Ansicht ausgesprochen, dass voraussichtlich noch mehrere andere Krankheiten in ähnlicher Weise sich durch den Mangel eines Vertreters der neuen Stoffgruppe begründen lassen würden. Diese Erwartung hat sich zum Teil erfüllt, indem wir heute mindestens 3 Krankheiten kennen, die als ziemlich unbestrittene Avitaminosen gelten.

Vor ihrer Besprechung muss auf die Schwierigkeiten aufmerksam gemacht werden, mit denen bei der Deutung und Ursprungsbestimmung der verschiedenen Krankheitsbilder zu rechnen ist. Störungen im Verlauf des Wachstums und der Stoffwechselvorgänge können sehr verschiedene Ursachen haben und soweit diese in einer mangelhaften Zusammensetzung der Nahrung liegen, brauchen sie nicht durchaus oder allein in einer ungenügenden Vitaminzufuhr zu bestehen. Unpassendes Verhältnis zwischen Kohlehydraten und Eiweisstoffen, das Fehlen lebenswichtiger Aminosäuren in den letztern, zu geringer Gehalt der Nahrung an Salzen oder Zurücktreten eines Elementes unter das notwendige Minimum, unpassendes Verhältnis der Basen zu einander oder Vorherrschen der sauren Anteile über die basischen, alle diese Mängel können zu schweren Störungen, zu Lähmungen, zu Atrophie, kurz zu Symptomen führen, die auch im Gefolge des Vitaminmangels auftreten und daher bei Beantwortung der Frage, ob in einem gegebenen Falle eine Avitaminose vorliegt oder nicht, in Berücksichtigung zu ziehen sind.

Im Folgenden sollen die 3 mehr oder weniger endgültig anerkannten Avitaminosen in der Reihenfolge der alphabetischen Ordnung der entsprechenden Vitamine kurz besprochen werden.

Rachitis (Faktor A).

Es handelt sich bei dieser Krankheit, welche namentlich in gemässigten klimatischen Zonen bei Kindern, aber mitunter auch bei jungen

Haustieren sehr verbreitet ist, um eine Störung im Prozess der Knochenbildung, wobei es infolge mangelhaften Ansatzes von Mineralbestandteilen oder auch Herauslösung von solchen zu Erweichungs- und Biegungserscheinungen kommt. Die Rachitis zeigt eine gewisse Verwandtschaft zur *Osteomalazie*, der Knochenerweichung bei ausgewachsenen Menschen oder Tieren. Nach *Ragnar Berg* sollen sich die beiden Krankheiten dadurch scharf voneinander unterscheiden, dass bei Rachitis eine selektive Herauslösung der Kalksalze stattfinde, während bei der Osteomalazie das spongiöse Gewebe vollständig verschwinde. Die Zusammensetzung des verbleibenden Teils sei diejenige des normalen Knochens, während der Knochen des rachitischen Individuums ein Ueberwiegen der Magnesiumsalze aufweise.

Die Auffassung der Rachitis als Avitaminose ist hauptsächlich auf die Arbeiten englischer Forscher (*Mellanby* u. a.) zurückzuführen, welche bei jungen Hunden durch Verabreichung einer an Vitamin A armen Nahrung anscheinend Rachitis hervorrufen konnten. Die Krankheitserscheinungen konnten durch Verabreichung von Butter oder Vollmilch, in welchen Nahrungsmitteln der fettlösliche Faktor A bekanntlich in beträchtlicher Menge enthalten ist, wieder beseitigt werden. Aber gerade diesen Umstand benützt *Ragnar Berg*, um die Behauptung aufzustellen, dass es sich bei den fraglichen Hunden gar nicht um Rachitis, sondern um Osteomalazie gehandelt habe. In der Tat wird Vollmilch von den meisten Forschern dieses Gebietes nicht als Heilmittel gegen Rachitis betrachtet, wohl aber Lebertran, der schon lange als eine Art Specificum gegen diese Krankheit gilt und nicht nur bei Kindern, sondern auch bei jungen Schweinen mit grossem Erfolg angewendet wird. Man nimmt auch mehrheitlich an, dass Lebertran reich an einem zur Gruppe der Vitamine gehörenden Ernährungsfaktor ist, der gegen Rachitis schützt und sie heilt, der aber nicht identisch ist mit dem zuerst in Milch und Butter nachgewiesenen fettlöslichen Faktor A. Ferner soll das in Eigelb vorhandene fettlösliche Vitamin nach neuern Untersuchungen nicht mit dem Faktor A aus Milch, sondern mit dem Faktor aus Lebertran identisch sein. Jedenfalls ist es in Anbetracht der Sachlage nicht gerechtfertigt, das fettlösliche Vitamin A als antirachitischen Faktor oder als antirachitisches Vitamin zu bezeichnen. Das wirksame Prinzip des Lebertrans, das einige als Vitamin D bezeichnen, steht übrigens zur Rachitis nicht in so klarer und einfacher Beziehung, dass seine Abwesenheit Rachitis bedingt, seine Anwesenheit sie verhüttet. Calciummangel in der Nahrung und Belichtungsverhältnisse scheinen bei der Entstehung der Krankheit eine so bedeutsame Rolle zu spielen, dass der Charakter der Krankheit als typische Avitaminose noch bis zu einem gewissen Grade zweifelhaft ist. Aehnlich verhält es sich mit der *Pellagra*, einer Krankheit, die mit einseitigem Maisgenuss im Zusammenhang zu stehen scheint und von einigen Forschern als Avitaminose aufgefasst wurde.

Wenn auch der Faktor A als Rachitis verhindernd von der Mehrzahl der Forscher nicht anerkannt wird, so haben die Studien mit A-freien oder an A armen Nahrungsgemischen nach anderer Richtung höchst wertvolle Ergebnisse gezeitigt. Das Fehlen dieses Faktors in der Nahrung hat bei jungen Ratten nicht nur den Stillstand des Wachstums zur Folge, sondern führt mit ziemlicher Regelmässigkeit zu einer Augenkrankheit, die von *Mc Collum* als Xerophthalmia, von den britischen Forschern als Keratomalazie bezeichnet wurde. Es handelt sich um eine Bakterieninfektion, die anscheinend auf der Hornhaut beginnt, dann auf die Lider übergreift und schliesslich auch das Innere des Auges zerstört. Weil der Entzündungsprozess offenbar sekundärer Natur ist, wollte man von gewisser Seite die spezifische Beziehung zwischen dieser Krankheit und dem Vitamin A bezweifeln, und die Infektion der Augen als Folge ungünstiger hygienischer Haltung der Versuchstiere hinstellen. Doch sprechen die Zahlen, die z. B. *Emmet* zur Stütze der Anschauung der Spezifität bringt, eine zu deutliche Sprache. Bei 3 Gruppen von Ratten, bei denen zur Verhinderung von Infektionen besondere Vorsichtsmassnahmen getroffen waren, ergab sich folgendes Verhältnis:

Gruppe	Fehlendes Vitamin	Zahl der beobachteten Tiere	Positive Fälle von Xerophthalmia	In %
I	Fettlösliches «A»	122	120	98
II	Wasserlösliches «B»	103	0	0
III	Keines	216	0	0

Von besonderm Interesse ist, dass es nicht gelingen wollte, durch Bestreichung der Augen gesunder, mit Vitamin A-haltiger Nahrung gefütterten Ratten mit Eiter der Augen von kranken Tieren die Krankheit zu übertragen. Die spezifische Wirkung des Vitamins besteht also in diesem Falle in der Aufrechterhaltung der Widerstandskraft gegen gewisse Infektionen. Die pathogenen Bakterien belagern sozusagen ständig die Augen aller Tiere, aber erst mit dem Fehlen des Vitamins A fällt die Schranke, welche den erfolgreichen Angriff auf das lebende Organ verhinderte. Uebrigens tritt bei Kindern gelegentlich eine Augenkrankheit auf, die unverkennbar auf ähnlicher Grundlage, d. h. auf einem Mangel an Vitamin A beruht. Sie soll in Dänemark besonders häufig sein, was nicht überrascht im Hinblick auf die Tatsache, dass Dänemark ein Butterexportland ersten Ranges ist und für die ärmeren Volksklassen die Gefahr auf der Hand liegt, kleine Kinder mit der an Vitamin A armen Magermilch oder Buttermilch anstatt mit Vollmilch zu ernähren. Vollmilch und Butter sind denn auch die gegebenen Heilmittel gegen die in Frage stehende Krankheit.

Beriberi (Faktor B).

Diese Krankheit ist hauptsächlich in Ostasien heimisch, wo sie unter der sich vorwiegend von Reis ernährenden Bevölkerung ihre Opfer

fordert. In Japan allein sollen jährlich gegen 50 000 Beriberifälle auftreten. Die Symptome beginnen meist mit Schwäche in den Gliedern und Herzbeschwerden; bald treten nervöse Störungen hinzu, die sich in Lähmungen und Krämpfen äussern. Im vorgeschrittenen Stadium zeigt sich auffallende Muskelatrophie, die eine Zeitlang durch wassersuchtähnliche Zustände verdeckt sein kann. Die Sterblichkeit war früher eine hohe, wird aber jetzt nach Erkennung des Wesens der Krankheit und Benützung rationeller Heilmittel immer mehr heruntergedrückt. Wenn es richtig ist, dass der vorwiegende Genuss von poliertem Reis und damit der Mangel des lebenswichtigen Vitamins B als Hauptursache der Krankheit betrachtet werden muss, so wäre es doch ein Irrtum anzunehmen, dass die Verwendung unpolierten Reises sicher vor der Krankheit schützt. Die tatsächlichen Beobachtungen lehren vielmehr, dass in dem unpolierten Reiskorn das Vitamin B verhältnismässig knapp, gerade an der Grenze des Notwendigen, enthalten ist. Damit steht nicht im Widerspruch, dass die Reiskleie, welche im wesentlichen aus dem das Vitamin führenden Silberhäutchen besteht, ein verhältnismässig vitaminreiches Material darstellt. Es können also bei vorwiegender Reisnahrung leicht Verhältnisse eintreten, welche für das Entstehen von Beriberi günstig sind, und es ist auch einzusehen, dass ein teilweiser und vorübergehender Mangel an Vitamin B in der Nahrung nicht immer zu typischen Beriberi-Symptomen Anlass geben muss, wohl aber zu mannigfachen Beschwerden und ungesunden Zuständen führen kann, deren Zusammenhang mit der Nahrung leicht übersehen wird. Es darf wohl darauf hingewiesen werden, dass Krankheiterscheinungen, die im Grunde mit Beriberi verwandt sind, weiter verbreitet sind als man glaubt, d. h. nicht nur auf die Reisgebiete Ostasiens beschränkt sind, sondern auch in europäischen Ländern gelegentlich eine Rolle spielen. Hier sind es dann namentlich die weissen, von Kleiebestandteilen möglichst befreiten Getreidemehle, welche beim Vorherrschen in der Nahrung eine Verkürzung der Vitamin B-Dosis unter das notwendige Mass bedingen können. In diesem Zusammenhang muss ein Bericht über einen Beriberi-Ausbruch in einem amerikanischen Gefängnis, in welchem Weissbrot-nahrung stark vorherrschte, die früher sprichwörtliche Gefangenekost «Wasser und Brot» in einem recht unheimlichen Lichte erscheinen lassen. Den Opfern dieses Ernährungsregimes mag im allgemeinen der Umstand günstig gewesen sein, dass für Gefangene das «geringste Brot» als gut genug erachtet wurde. Gering war aber in diesem Falle gleichbedeutend mit wenig ausgemahlen, kleihaltig, also eine Qualität bedingend, die vom Standpunkt der Vitaminlehre weit über das Weissbrot zu stellen ist.

Skorbut (Faktor C).

Schon in prähistorischen Zeitperioden scheint diese merkwürdige Krankheit gewaltige Verheerungen angerichtet zu haben. Sie trat na-

mentlich hervor in nordischen Ländern und besonders zur Winterzeit, wenn Mangel an frischen Gemüsen war. Sodann gehörte sie zum Gefolge der Kriegszüge aller Zeiten und auch im letzten Weltkrieg ist wohl keine Armee davon verschont geblieben. Wir wissen heute, dass ein in frischen Gemüsen und Früchten aller Art vorhandener lebenswichtiger Ernährungsfaktor, das Vitamin C, zum Skorbut in dem Sinne in engster Beziehung steht, dass die Krankheit auftritt, wenn dieser Faktor in unzureichendem Masse in der Nahrung enthalten ist, sei es, dass die Träger dieses Faktors nicht erhältlich sind, sei es, dass er durch unzweckmässige Behandlung, z. B. gewisse Konservierungsmassnahmen, unwirksam geworden ist.

Die Symptome bestehen zunächst in eigenartiger Blässe der Haut, Muskelschwäche und leichter Atemnot. Später kommen Hautausschläge hinzu, manchmal auch schmerzhafte Schwellungen an den Beinen. Besonders charakteristisch, aber doch mitunter ganz fehlend, ist die Veränderung des Zahnfleisches. Dieses wird dunkelrot, weich und geschwollen; es treten darin leicht Blutungen auf und in vorgerücktem Stadium können die Zähne ganz ausfallen. Bauchwassersucht und andere Komplikationen, oft infektiöser Natur, kommen hinzu und führen eventuell zum Tode, oder die Todesursache kann in schweren Herzstörungen liegen.

Wesensverwandt mit dem Skorbut der Erwachsenen ist die sogenannte *Barlow'sche* Krankheit der Säuglinge, eine infantile Skorbutform, angeblich hervorgerufen durch die künstliche Ernährung mit Kuhmilch, die in Folge der Vorbehandlung, z. B. Sterilisierung unter Anwendung hoher Wärme, des Vitamins C beraubt worden ist. Obwohl das Vitamin C als das hitzeempfindlichste Vitamin gilt, und einige Autoren schon die schonende Pasteurisierung der Milch, wie sie in vielen Grossstädten üblich ist, für das Auftreten von Säuglings-Skorbut verantwortlich machen wollen, ist doch daran zu erinnern, dass gegen die vollständige Zerstörung des antiskorbutischen Vitamins der Milch neben neuern französischen Versuchen folgende Tatsachen sprechen. Das in der Schweiz allgemein übliche kurze Aufkochen der für den Säugling bestimmten Milch, hat sich bisher nicht als ausgesprochen schädlich erwiesen, und auch die ausgedehnte Anwendung sterilisierter Milch, wie sie z. B. in den Pariser «gouttes de lait» seit vielen Jahren bekannt ist, hätte schon lange skorbutische Schäden in aufsehenerregender Weise hervorrufen müssen. Nach den Berichten der beteiligten Aerzte scheint aber das Gegenteil der Fall zu sein. Manches spricht dafür, dass nur unter besondern Bedingungen Säuglingsskorbut entstehen kann. Zu diesen Bedingungen scheint eine schwächliche Konstitution des Kindes zu gehören, vielleicht auch ein ausnahmsweise niedriger Gehalt an Vitamin C in der zur künstlichen Ernährung verwendeten Kuhmilch schon vor der Erhitzung. In neuerer Zeit wird allerdings an vielen Orten, hauptsächlich in Amerika, bei der künstlichen Säuglingsernährung schon früh-

zeitig antiskorbutisches Vitamin C in Form von Orangen- oder Tomatensaft verabreicht, um allfälligen durch das Erhitzen der Milch bedingten Nährschäden vorzubeugen. Natürlich ist auch die Vorbeugungs- und Heilungsweise hinsichtlich des Skorbutes der Erwachsenen auf Grund der heutigen Kenntnis der Krankheitsursache ohne weiteres gegeben.

4. Die Prüfung auf Vitamine.

Da uns die Kenntnisse über die chemischen Eigenschaften der verschiedenen Vitamine bisher fehlen, so kann es sich beim Nachweis dieser Stoffe vorläufig nur um indirekte Methoden handeln. Wir werden ähnlich wie beim Nachweis der Enzyme auf Grund der im Experiment festgestellten Wirkungen auf die Anwesenheit oder Abwesenheit des in Frage stehenden Vitamins schliessen müssen.

Als *Casimir Funk* seinerzeit die verschiedenen chemischen Fraktionen eines alkoholischen Extraktes aus Reiskleie auf heilende Wirkung gegen die Beriberi-Krankheit prüfte, verwertete er die von *Eijkman* gemachte Entdeckung, dass Hühner oder Tauben durch Fütterung von poliertem Reis von einer der menschlichen Beriberi entsprechenden Krankheit befallen werden, sich aber rasch erholen, wenn ihnen Reiskleie oder ein Extrakt aus solcher verabfolgt wird. Damit ist das Prinzip der Nachweismethode für das antineuritische Vitamin B gekennzeichnet: man erzeugt bei Hühnern oder Tauben durch Fütterung von poliertem Reis Polyneuritis und prüft irgend ein Nährmittel, dessen Vitamingehalt unbekannt ist, auf seinen Gehalt an B, indem man feststellt, ob seine Verabfolgung an das kranke Versuchstier die charakteristischen Symptome zum Verschwinden bringt. Diese zunächst qualitative Prüfung kann zu einer annähernd quantitativen gemacht werden, indem man untersucht, welche geringste Menge des zu prüfenden Materials noch wirksam ist. Dabei kann man auseinanderhalten einerseits die zur Vorbeugung, anderseits die zur Heilung nötige Dosis. Die letztere ist im allgemeinen bedeutend grösser. Folgende Tabelle (aus dem Bericht des «British Medical Research Committee») gibt für eine Reihe von Nahrungsmitteln an, welche Mengen an mit poliertem Reis gefütterte Tauben von 300 bis 400 gr Gewicht zur Verhinderung der Krankheit einerseits, zu ihrer Heilung anderseits zugelegt werden mussten.

Verhütung von Polyneuritis durch eine tägliche Gabe von	Der Prüfung unterzogenes Nahrungsmittel	Zur Heilung notwendig g
1,5	Weizenkeime (frisch)	2,5
2,5	Presshefe	3,0—6,0*
3,0	Eigelb	60,0†
20,0	Rindfleisch	140,0†
3,0	Getrocknete Linsen	20,0†

* Autolysiert. † Als alkoholischer Extrakt.

Leider ist diese Methode nicht sehr zuverlässig, weil auch noch andere Faktoren die polyneuritischen Symptome beeinflussen können, und somit im einzelnen Fall nicht genau ersichtlich ist, welchen Anteil das im zu prüfenden Material vorhandene Vitamin B an der festgestellten Wirkung hat.

In den zahlreichen Vitaminforschungsstätten der Vereinigten Staaten ist das wichtigste Versuchstier die weisse Ratte, und die betreffenden Methoden sind bis zu einem hohen Grade als «durchgearbeitet» zu betrachten. Neben der genauen Kenntnis der Versuchstiere war das wichtigste die Schaffung einer vitaminfreien Basal- oder Grundnahrung, die sonst in jeder Beziehung vollständig sein muss. Das Verdienst, in dieser Richtung durch langwierige und beharrliche Arbeit eine gewisse, für die zukünftige Forschung äusserst wertvolle Standardisierung herbeigeführt zu haben, ist hauptsächlich mit den Namen *Osborne* und *Mendel*, *Mc Collum* und *Steenbock* verbunden. Es würde zu weit führen auf die Methoden einzutreten, welche die Befreiung der einzelnen Nährstoffe von anhaftenden Vitaminen zum Ziel haben, oder die Entwicklung zu skizzieren, welche die Frage der zweckmässigen Zusammensetzung der Mineralbestandteile durchgemacht hat. Den Prüfstein der richtigen Zusammensetzung der Nahrungsgemische bildet immer die Forderung, dass die Basalnahrung die in Frage stehende Avitaminose prompt zum Ausbruch kommen lässt, dass aber Zusatz des oder der fehlenden Vitamine dem Versuchstier normales Wachstum und Fortpflanzung durch mehrere Generationen sichert.

So gut sich weisse Ratten für das Studium von Fragen eignen, welche die Vitamine A und B betreffen, so wenig taugen sie für Untersuchungen über das Vitamin C, dessen Fehlen in der Nahrung Skorbut bedingt. Die Ratten bekommen nämlich keinen Skorbut, wohl aber die Meerschweinchen, welche denn auch für diese Frage das wertvollste Versuchstier bilden. Da das hier wirksame Vitamin C ziemlich hitzeempfindlich ist, so scheint die Beschaffung einer C-freien Grundnahrung keine besonderen Schwierigkeiten zu bieten. Nach *La Mer*, *Campbell* und *Sherman* soll eine Grundnahrung von der Zusammensetzung:

Magermilchpulver, im Luftbad 2 Stunden auf 110° C erhitzt:	30%
Butterfett:	10%
Gemahlene Haferkörner:	59%
NaCl:	1%

geeignet sein, Meerschweinchen an akutem Skorbut in 4 Wochen verenden zu lassen, während minimale Dosen von Fruchtsäften vorbeugend wirken, und sich nach Angaben der genannten Autoren mit einer Exaktheit bestimmen lassen, die z. B. hinter derjenigen bei Versuchen mit Antitoxinen nicht zurücksteht.

Auf alle Fälle ist die Bestimmung des Vitamingehaltes in irgend einem Nahrungsmittel eine recht umständliche und zeitraubende Arbeit, und der Wunsch nach einem andern, rascheren und einfacheren Verfahren verständlich.

In der Tat schien es eine Zeitlang, als ob sich dieser Wunsch, wenigstens für das Vitamin B, erfüllen sollte. Im Jahre 1901, also lange vor der Einführung des Begriffes Vitamin, hatte *Wildier*, an ältere Beobachtungen *Pasteurs* anknüpfend, mitgeteilt, dass einzelne Hefezellen in einer künstlichen Nährlösung, die als einzige Stickstoffquelle ein Ammonsalz enthält, sich nicht vermehren, ohne dass zur Kultur geringe Mengen eines Extraktes aus lebender organischer Substanz gefügt werden. Die stimulierende Wirkung jenes Extraktes führte *Wildier* auf einen vorläufig nicht näher bestimmten, hypothetischen Stoff zurück, den er wegen seiner Herkunft aus lebenden Organismen «*Bios*» nannte. Im Jahr 1919 kam *Roger Williams* (Chicago) auf den Gedanken, dass *Wildier* vielleicht mit seinen Versuchen unbewusst mit dem wachstumsfördernden Vitamin B zu tun gehabt habe, und dass die stimulierende Wirkung seiner Extrakte auf die Hefe nichts anderes als eine Vitaminvirkung war. Es musste demnach die Möglichkeit vorliegen, beliebige Nahrungsmittel, beziehungsweise Extrakte von solchen dadurch auf ihren Gehalt an Vitamin B zu prüfen, dass man sie in geeigneter Weise mit Hefekulturen in Verbindung brachte und den Umfang der eventuell eintretenden Entwicklungsförderung feststellte. Ob man dabei die in der Zeiteinheit erfolgte Vermehrung der Hefezellen durch Zählung ermittelte, oder ob man die bei der Gärung entwickelte Kohlensäuremenge oder das entstandene Volumen der Hefezellen messend verfolgte, blieb sich grundsätzlich gleich. Alle Wege sind eingeschlagen worden, aber über die Hauptsache, d. h. über die Frage, in wieweit die im einzelnen Fall beobachtete Stimulierung des Hefewachstums auf Vitamin B zurückgeführt werden darf, war man sich nie ganz klar. Der Methode haften ohne Zweifel prinzipielle Fehler an, von denen zwei hervorgehoben seien. Die Hefe hat sich längst als Produzent des Vitamins B erwiesen, und so ist es unvermeidlich, dass im Laufe des Versuchs das von den sich vermehrenden Zellen gebildete Vitamin mit dem in der zu prüfenden Substanz enthaltenen Vitamin in Konkurrenz tritt, so dass die schliesslich entstandene Hefemenge unter dem Einfluss zweier Vitaminquellen gestanden hat. Ferner ist in Betracht zu ziehen, dass die zu prüfenden, eventuell vitaminhaltigen Extrakte ganz allgemein organische N-haltige Substanzen enthalten werden, die voraussichtlich leichter assimilierbar sind als die Bestandteile der künstlichen Nährlösung und daher die Rolle von Wachstumsstimulatoren übernehmen können. Da kaum eine Möglichkeit besteht, die Methode von den erwähnten Fehlern zu befreien, so wird bis auf weiteres für zuverlässige Bestimmung des Vitamingehaltes der umständliche und zeitraubende, übrigens leider von Fehlerquellen auch nicht freie Tierversuch in Anspruch genommen werden müssen.

5. Das Vorkommen der Vitamine mit besonderer Berücksichtigung der Nahrungsmittel.

Aus den bisherigen Ausführungen musste der Schluss gezogen werden, dass die Tierwelt und mit ihr der Mensch die lebensnotwendigen Ergänzungsnährstoffe aus der Pflanzenwelt bezieht. Das kann nicht überraschen angesichts der Tatsache, dass die Pflanzenwelt überhaupt die Nahrung für die Tierwelt liefert, welche nicht im Stande ist, aus den in Erde, Wasser und Luft enthaltenen Elementen und Verbindungen ihre Körpersubstanz aufzubauen, wie dies die Pflanze tut. Allenfalls wäre zu prüfen, ob die Fähigkeit der Synthesierung der Vitamine nur auf die grünen, mit Hilfe des Sonnenlichtes Kohlensäure assimilierenden Pflanzen beschränkt ist, oder ob auch Pilze im weitesten Sinne des Wortes mit einer entsprechenden Organisation ausgestattet sind. Die bereits erwähnte Tatsache, dass Hefe ein beliebtes Ausgangsmaterial für Gewinnung von Präparaten des Vitamins B ist, erledigt die Frage für die Sprosspilze in bejahendem Sinne. Aber auch für die Spaltpilze muss ein Vitaminbildungsvermögen angenommen werden, wie aus verschiedenen Beobachtungen zu entnehmen ist, u. a. aus jener von *Portier* und *Random*, welche mitteilen, dass polyneuritische Tiere durch Einflössung des eigenen Kotes geheilt werden konnten, indem offenbar durch die Darmbakterien die für die Heilung notwendige Menge Vitamin gebildet wurde, aber von der Bildungsstätte aus dem Körper des Tieres nicht zugänglich war. Die Fähigkeit, Vitamine aufzubauen, darf vielleicht als eine allgemeine Eigenschaft des Plasmas pflanzlicher Zellen angesprochen werden. Dabei ist naheliegend anzunehmen, dass die Bedeutung der Vitamine mit der Rolle, welche sie bei der tierischen Ernährung spielen, nicht erschöpft ist, sondern, dass sie für das Pflanzenleben mindestens so wichtig sind und dort wahrscheinlich, wie übrigens auch zum Teil im Tiere selbst, als Wachstumsregulatoren funktionieren, die mit den hypothetischen Hormonen, Auximonen etc. identisch sein dürften.

Wenn es sich durch die weitere Forschung als richtig herausstellt, dass die Bakterien ganz allgemein als Vitaminproduzenten aufgefasst werden können und die Vitamine selbst, worüber kaum ein Zweifel bestehen kann, für das Wachstum und die Stoffwechselvorgänge in der Pflanze von fundamentaler Bedeutung sind, dann eröffnen sich ganz neue Aussichten für das Verständnis der Beziehungen zwischen Pflanzen und Mikroorganismen. Es mag in diesem Zusammenhange auf die interessanten Versuche *Bottomleys* mit bakterisiertem Torfe hingewiesen werden.

Es handelte sich um Versuche betreffend die Ueberführung der Humussäure des Torfes durch Vergärung des letztern mit Bodenbakterien in wasserlösliche, assimilationsfähige Verbindungen. Der mit Bakterien behandelte Torf lieferte tatsächlich eine bestimmte Menge Pflanzennährstoffe, aber der Extrakt dieses Torfes wirkte über seinen Nähr-

stoffgehalt hinaus stimulierend auf die Entwicklung der Versuchspflanzen. Eine derartige Wirkung äusserten nicht nur wässerige oder alkoholische Extrakte selbst, sondern auch einzelne Fraktionen, die *Bottomley* aus diesen Extrakten in Anlehnung an die Arbeiten *Casimir Funks* über Isolierung der Vitamine aus Reiskleie und Hefe erhalten hatte. *Bottomley* führte die Wachstumsförderung seiner Versuchspflanzen durch Extrakte aus bakterisiertem Torf zuerst auf Vitamine zurück. Später glaubten er und seine Mitarbeiter, nach *Funk* mit Unrecht, die stimulierende Wirkung Nukleinsäuren oder vielmehr deren Abbauprodukten, freien Purin- und Pyrimidinbasen, zuschreiben zu müssen. Eigentümliche Wachstumsförderungen der erwähnten Art, die übrigens auch von anderer Seite beobachtet wurden, sind vielleicht verwandt mit den nach der sogenannten Bodensterilisation zu beobachtenden günstigen Zuständen für Pflanzenentwicklung und es scheint, dass die Berücksichtigung der Vitamintheorie bei der wissenschaftlichen Bearbeitung des Gebietes der Wachstumsstimulierung im Pflanzenreiche durchaus angezeigt sei.

Gehen wir nun über zur Erörterung des Vitamingehaltes höherer Pflanzen, die ganz oder in gewissen Teilen als Nahrungs- und Futtermittel dienen, so wäre noch kurz auf gewisse Eigentümlichkeiten der Verteilung des Vitamingehaltes aufmerksam zu machen. Es hat sich herausgestellt, dass im allgemeinen reich an Vitaminen Stengel und Blätter, auch saftige Früchte sind. Arm an Vitaminen sind ganz allgemein die Samen, vor allem diejenigen der Getreidearten, zum Teil auch der Hülsenfrüchte. Nur der Keimling solcher Samen ist mehr oder weniger vitaminhaltig, doch wird er bei der Verarbeitung der Getreidekörner auf Mahlprodukte vorher entfernt. Der Keimling hat im besondern die Fähigkeit, bei der Keimung der Samen in kurzer Zeit viel Vitamin zu entwickeln, und aus diesem Grunde wird empfohlen, bei Skorbutgefahr unter Verhältnissen, wo frische Gemüse nicht erhältlich sind, Cerealien ankeimen zu lassen und die jungen Keimlinge, die sehr reich an Vitamin C sind, als Vorbeugungs- und Heilmittel zu verwenden.

Wir verdanken die umfassendsten Erhebungen über den Vitamingehalt der Nahrungsmittel englischen und amerikanischen Forschern. Die folgenden Zusammenstellungen bilden einen Auszug aus dem schon erwähnten «Vitamin Manual» von *Walter H. Eddy* und betreffen Erhebungen, die in amerikanischen Instituten gemacht worden sind. Die Frage der eventuellen Aufteilung der 3 Vitamintypen A, B und C in spezifisch wirkende Einzelfaktoren ist hierin nicht berührt.

Es liegt in der Neuheit des Wissensgebietes und in den Schwierigkeiten der mit zahlreichen unbekannten oder unsicheren Faktoren behafteten biologischen Prüfungsmethoden begründet, dass die vorliegenden Angaben nicht Anspruch auf Exaktheit machen können, sondern als Annäherungswerte aufgefasst werden müssen.

I. Vitamine in pflanzlichen Produkten.

Produkt	Vitamin A	Vitamin B	Vitamin C
<i>Cerealien und Hülsenfrüchte.</i>			
Weissbrot	—	+?	—
Vollkornbrot	+	+++	?
Mais (gelb)	+	+++	?
Mais (weiss)	0	+++	—
Hafer	+	+++	0
Poliertes Reis	0	0	0
Reis (ganzes Korn)	+	+++	0
Roggen	+	+++	0
Bohnen	—	+++	—
Erdnüsse	+	++	—
<i>Früchte.</i>			
Aepfel und Birnen	—	++	++
Bananen	?	+	++
Zitronen	—	+++	++++
Orangen	—	+++	++++
Trauben	—	+	+
Tomaten	++	+++	++++
<i>Gemüse.</i>			
Kohl, frisch	+++	+++	++++
Karotten	+++	+++	++
Blumenkohl	++	+++	++
Lattich	++	++	++++
Zwiebeln	?	+++	+++
Kartoffeln	0	+++	++
Spinat	+++	+++	+++
<i>Verschiedenes.</i>			
Olivenöl	0	0	0
Kokosnussöl	0	0	0
Kokosnüsse	++	+++	+++
Mandeln	+	+++	—
Malzextrakt	0	0	0
Luzerne	+++	+++	?
Klee	+++	++++	?
Thimoty-Gras	++	+++	—
Brauereihefe	0	++++	0

II. Vitamine in tierischen Produkten.

Fleisch.

Mageres Muskelfleisch	0	0	+?
Rinder- oder Schweinsherz	+	+	?
Hirn	++	+++	+?
Thymus (Milken)	0	0	0
Pankreas	0	+++	—
Leber	+	+	+?
Niere	++	++	—
Pferdefleisch	+	+	?
Stockfisch	+	+	?
Hering	++	++	?

Produkt	Vitamin A	Vitamin B	Vitamin C
<i>Fette und Oele.</i>			
Rinderfett	+	0	0
Schweinefett	0?	0	0
Ausgeschmolzenes Rinderfett . . .	0	0	0
Ausgeschmolzenes Schweinefett . . .	0?	0	0
Lebertran	++++	0	0
Eigelb-Fett	++++	0	0
<i>Molkereiprodukte.</i>			
Vollmilch	+++	+++	++
Vollmilchpulver	+++	+++	+?
Magermilchpulver	+	+++	+?
Kondensierte Milch	++	+	0
Rahm	+++	+	?
Butter	++++	0	0
Käse	++	+	?
Molken	+	+++	+

Einige kurze Bemerkungen mögen den Erzeugnissen der Milchwirtschaft gewidmet sein. Dass in der Milch, der ausschliesslichen Nahrung des Neugeborenen, sämtliche Vitamine vertreten sind, erscheint selbstverständlich, und wenn noch weitere, lebenswichtige Stoffe entdeckt werden sollten, so werden sie sicherlich auch in der Milch enthalten sein. Casimir Funk sagt: «Man wäre manchmal fast geneigt anzunehmen, dass die Milch ausser den Vitaminen, die wir schon besprochen haben, noch andere geheimnisvolle Substanzen in sich birgt». Mit diesen Worten ist der Milch unter den Nahrungsmitteln eine Auszeichnung erteilt, die sie in Rücksicht auf die besondere, ihr von der Natur zugewiesene Rolle ohne Zweifel verdient. Immerhin muss auch hier sachliche Prüfung die tatsächlichen Verhältnisse festzustellen suchen.

Die Milch ist nämlich durchaus nicht, wie ein berechtigter Optimismus annehmen könnte, besonders reich an allen Vitaminen und soweit diese vorhanden sind, scheint der Gehalt in beträchtlichen Grenzen zu schwanken. Es hat sich herausgestellt, dass die Ernährung des milchliefernden Individuums, sei es Mensch oder Tier, von grösstem Einfluss auf die Beschaffenheit der Milch hinsichtlich ihres Vitamingehaltes ist. Dadurch erklärt sich die in Beriberi-Gebieten von Aerzten wiederholt beobachtete Tatsache, dass an der Mutterbrust ernährte Säuglinge beriberi-krank werden, bevor an der Mutter selbst die Symptome der Krankheit zu bemerken sind. Ferner haben Versuche amerikanischer Forscher einwandfrei gezeigt, dass Milch von Kühen während der Sommerfütterung bedeutend reicher an dem antiskorbutischen Vitamin C ist als Milch, die während des Winters, d. h. bei Fütterung von Heu und den üblichen Beifuttermitteln gewonnen wurde.

Ueber die verhältnismässige Menge der einzelnen Vitamine in der Milch lässt sich sagen, dass nach den bisherigen Untersuchungen die beiden Faktoren A und B ziemlich reichlich, der Faktor C hingegen etwas

knapp vertreten ist. Es ist auch derjenige, der bei Erhitzung der Milch am meisten leiden soll. Die Angaben hierüber widersprechen sich allerdings noch sehr. Während bis vor kurzer Zeit die Ansicht vorherrschte, dass beim Kochen der Milch oder gar beim eigentlichen Sterilisieren das antiskorbutische Prinzip vernichtet würde, werden in neuester Zeit Befunde mitgeteilt, welche in anderm Sinne sprechen und höchstens eine Schwächung des betreffenden Vitamins annehmen lassen. Damit wäre der Widerspruch beseitigt, der sich zwischen der angeblichen Empfindlichkeit des antiskorbutischen Vitamins einerseits und der Tatsache anderseits erhoben hatte, dass man mit der Verwendung von sterilisierter Milch bei der Säuglingsernährung im Ganzen doch gute Erfahrungen gemacht hat, und dass das nach dem Walzenverfahren hergestellte und demnach hoch erhitze Milchpulver in England seit 15 Jahren mit bestem Erfolg und in immer noch steigendem Masse für Kinderernährung Verwendung findet.

6. Der Einfluss der Vitaminlehre auf die Ernährungslehre.

Angesichts der in den vorhergehenden Abschnitten besprochenen Beobachtungen und Tatsachen, welche zur Aufstellung der Lehre von den Vitaminen führte, drängt sich die Frage einer Neueinstellung zur Ernährungslehre von selbst auf. Haben wir Ursache, auf Grund der neu gewonnenen Erkenntnisse unsere Anschauungen über zweckmässige Ernährung zu ändern, oder liegen die Verhältnisse so, dass wir schon bisher unbewusst, dank einer durch Klima, Bodenbeschaffenheit und Lebensgewohnheiten bedingten Mannigfaltigkeit der Speisen eine Ernährungsweise befolgten, welche den Forderungen der Vitaminlehre angepasst ist? Eine reifliche Ueberlegung und eine sorgfältige Beobachtung der in das Gebiet fallenden Erscheinungen wird uns davor bewahren, die Bedeutung der Vitamine für unsere Ernährung zu unterschätzen. Eine Unterschätzung ist aber naheliegend als Reaktion gegen gewisse aufdringliche Anpreisungen auf dem Lebensmittelmarkt unter Berufung auf die neuesten Fortschritte der Wissenschaft.

In der *Ernährung der Kinder* ist die Vitaminlehre ohne Zweifel berufen, die seit Jahrzehnten in allen Kulturländern betätigten Bestrebungen zur Verminderung der Kindersterblichkeit mächtig zu fördern. Bei der aus verschiedenen Gründen weitverbreiteten künstlichen Ernährung der Säuglinge mit Kuhmilch, die nur ausnahmsweise in einer Qualität zur Verfügung steht, dass sie roh genossen werden kann, ist die Möglichkeit des Ersatzes der durch Erhitzung verloren gegangenen Vitamine von hervorragendem Nutzen. Nicht zu unterschätzen ist auch die aus der Vitaminlehre abzuleitende äusserst vorteilhafte Bewertung des Butterfettes als Träger des Faktors A gegenüber den verschiedenen mehr oder weniger vitaminfreien Ersatzprodukten.

Weniger als bei der notwendigerweise einseitigen Kinderernährung scheint auf den ersten Blick bei der *Ernährung der Erwachsenen* eine Rücksichtnahme auf die Vitamine bei der Zusammenstellung des Speisezettels geboten. Schon der früher erwähnte Umstand, dass z. B. die Vitamine A und B vor allem als Wachstumsförderer tätig sind, könnte ihre Bedeutung für den ausgewachsenen Menschen als nebensächlich erscheinen lassen. Doch darf man sich hierin keiner Täuschung hingeben. Jedenfalls ist für die ihr Kind selber ernährende Mutter der Vitamingehalt der Nahrung von ausschlaggebender Bedeutung für das Gedeihen des Kindes, und als Beleg dafür kann die Tatsache erwähnt werden, dass man bei kränkelnden Säuglingen eine Besserung des Zustandes durch Verabreichung von Lebertran an die Mutter erzielte. Ganz allgemein wird man aber bezüglich der Bedeutung des Vitamingehaltes für die Kost der Erwachsenen folgende Ueberlegung anerkennen müssen. Wenn einseitige, vitaminarme Nahrung unter gewissen Verhältnissen zu Gesundheitsstörungen schwerster Art und häufig zum Tode führt, so ist mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass geringere Ernährungsfehler im Sinne von unzulänglicher Einnahme von Vitaminen zwar nicht zu ausgeprägten Krankheiten, aber doch zu Störungen und Beschwerden verschiedener Art Anlass geben werden. Während des grossen Krieges hat sich mit aller Deutlichkeit gezeigt, dass bei beschränkter oder unterbundener Zufuhr und daher beschränkter Auswahl an Nahrungsmitteln Krankheitserscheinungen bei der Bevölkerung auftraten, die ohne Zweifel weniger auf ungenügendem kalorischem Wert, als auf Mangel der Nahrung an gewissen Vitaminen beruhten. Wir wollen aber absehen von den durch den Krieg bedingten besondern Verhältnissen und in Erwägung ziehen, dass ganz allgemein gewisse Gewohnheiten in der Nahrungsaufnahme leicht mit den Forderungen unseres Organismus nach Vitaminen in Konflikt kommen können. Vorliebe für Fleischspeisen, für weisses Brot, Gerringsschätzung von Gemüsen und Früchten, Abneigung gegen Milchgenuss sind vom Standpunkt der heutigen Ernährungslehre Fehler, die sich vielleicht weniger am einzelnen Individuum als an der Nachkommenschaft, an der Rasse, rächen. Zu erwähnen wären in diesem Zusammenhange die interessanten Beobachtungen *O. Stiners* bei seinen Versuchen über experimentellen Skorbut bei Meerschweinchen. Die skorbutischen Tiere zeigten meistens Vergrösserung der Schilddrüse und nach Stiner wären bei den früheren unter dem Zeichen der Kropfwassertheorie vorgenommenen Versuchen bei vielen Versuchstieren die Kröpfe durch vitaminarme Versuchsnahrung entstanden; daher die Forderung Stiners, die Kropfaetiologie nun nicht einseitig vom Standpunkt der Jodmangeltheorie zu erforschen. Auch nach andern Richtungen beanspruchen Stiners Beobachtungen an skorbutischen Meerschweinchen unser Interesse. Es betrifft die Verschlechterung der Schneidezähne der Versuchstiere im Laufe der Krankheit, und diese Tatsache ist geeignet, die in unserm Lande so

verbreitete Zahnkaries enger als bisher mit Ernährungsfehlern zu verknüpfen und vielleicht als Avitaminose aufzufassen. Amerikanische Autoren haben ähnliche Beobachtungen gemacht und stehen auf dem Standpunkte, dass dem genannten Uebel durch bessere Beobachtung der Lehre von den Vitaminen vorgebeugt werden könne.

Unter die überraschendsten Aufschlüsse, welche das Studium der Vitamine uns gebracht hat, sind ohne Zweifel jene zu zählen, welche sich auf den Einfluss des Vitaminmangels in der Nahrung, auf die Erwerbung und den Verlauf von Infektionskrankheiten beziehen. Der in seinem Wesen schwer erfassbare Begriff der Disposition hat wenigstens bei einer bestimmten Krankheit, der Xerophthalmie, jener bereits erwähnten Augenkrankheit, eine grelle Beleuchtung erfahren. Das Fehlen des fettlöslichen Faktors A in der Nahrung führt nämlich bei Versuchstieren, wie bei Kindern zu bösartigen Augenentzündungen, und schliesslich zur Erblindung, wenn nicht rechtzeitig durch Verabreichung von Butter oder andern Trägern des Vitamins A eingegriffen wird. Uebrigens ist die Wirkung dieses Vitaminmangels nicht auf die erhöhte Disposition des Auges für Entzündungen beschränkt, sondern die Patienten neigen überhaupt zu katarrhalischen Affektionen und gehen häufig an Lungenentzündung zu Grunde, bevor sich die Augenentzündung in typischer Weise entwickelt hat. Die Tatsache der Herabsetzung der Widerstandskraft des Organismus gegen pathogene Mikroorganismen durch vitaminarme Nahrung eröffnet für die Bekämpfung der Infektionskrankheiten ungeahnte Aussichten, und lässt die Wichtigkeit der richtigen Auswahl und Zubereitung unserer Nahrungsmittel in ganz neuem Lichte erscheinen.

Schliesslich sei die *Ernährung der Nutztiere* kurz in den Kreis der Betrachtungen gezogen. Diejenigen Tiere wie die Kühle, welche im Sommer sozusagen ausschliesslich von Grünfutter leben, und im Winter Heu und Beifutter erhalten, werden kaum der Gefahr ausgesetzt sein, Störungen der Gesundheit infolge zu geringer Vitaminaufnahme zu erleiden. Anders verhält es sich bei den Kälbern, bei deren Aufzucht gerne das teure Butterfett gespart und durch vegetabilische Fette, die den wichtigen Faktor A meist gar nicht oder nur in geringer Menge enthalten, ersetzt wird. In noch vermehrtem Masse ist bei den Schweinen und im besondern bei den Ferkeln darauf zu achten, dass ihre Nahrungsration den erforderlichen Gehalt an Vitaminen aufweist. Die Gefahr eines Defizites in dieser Beziehung liegt besonders nahe bei reichlicher Verwendung von Körnerfrüchten, die sich durchwegs durch Vitaminarmut auszeichnen und ausserdem den Nachteil haben, dass ihren Eiweisstoffen eine oder mehrere wichtige Aminosäuren fehlen. Eine vorzügliche Ergänzung zu den Körnerfrüchten bildet Magermilch oder Molke, wie die Fütterungspraxis längst herausgefunden hat. Der hervorragende Nutzeffekt der Molkenfütterung beruht, abgesehen vom Milchzucker, offenbar

auf dem grossen Gehalt an Vitamin B, das nach neuern Versuchen anregend auf die Tätigkeit der Verdauungsdrüsen wirkt.

Dass Milch und ihre Bestandteile eine ausgezeichnete Ergänzung zu den Körnerfrüchten bilden, gilt selbstverständlich auch für den Menschen, und ich möchte mit einem Ausspruch schliessen, den die bekannten an der Wisconsiner Universität wirkenden Vitaminforscher *Steenbock* und *Hart* in einer ihrer volkstümlichen Schriften taten:

«Milch ist mehr als ihr Energiegehalt besagt; als Ergänzung zu unsfern aus Getreide hergestellten Nahrungsmitteln ist sie der grosse Sicherheitsfaktor, der die unzureichende Beschaffenheit jener auszugleichen hat. Milch sollte nicht nur den Kindern, sondern auch den Erwachsenen als Bestandteil ihrer Kost reichlich zur Verfügung stehen.»

Ueber den Nachweis der Ranzigkeit von Fetten und Ölen.

Von Dr. Th. von FELLENBERG.

(Aus dem Laboratorium des Eidg. Gesundheitsamtes,
Vorstand: Dr. J. Werder.)

Nach den Untersuchungen von *E. Ritsert*¹⁾ ist das Ranzigwerden der Fette ein direkter Oxydationsvorgang, durch den Sauerstoff der Luft bedingt ohne Mitwirkung von Mikroorganismen oder Fermenten. Der Prozess verläuft um so rascher, je grösser die Intensität der gleichzeitigen Lichtwirkung ist. Im Dunkeln wird reines Fett trotz Luftzutritt nicht ranzig.

Neueste Untersuchungen von *A. Tschirch* und *A. Barben*²⁾ haben ergeben, dass «Geruchsranzigkeit» nur auftritt, wenn Wasser im Fett oder in der Luft zugegen ist, «vor allem aber nur dann, wenn das Fett ungesättigte Fettsäuren enthält und zwar wird ein und dasselbe Fett prozentual zu der Menge der vorhandenen ungesättigten Fettsäuren ranzig».

Tschirch und *Barben* stellten fest, dass bei der Wasserdampfdestillation von ranzigen Fetten flüchtige Körper übergehen, welche Aldehyde oder Ketone sein müssen. Auf dem Nachweis von Aldehyden im Wasserdampfdestillat beruht ja auch die Verdorbenheitsreaktion nach *Schmid* in der zweiten Auflage des schweizerischen Lebensmittelbuches.

Ueber den Mechanismus des Ranzigwerdens machen sich die genannten Autoren folgende Vorstellung. An die doppelte Bindung der ungesättigten Säure lagert sich Sauerstoff an; es entsteht ein Peroxyd (I). Dieses Peroxyd wird durch Wasser allmählig zerlegt in ein Oxyd (II)

¹⁾ Untersuchungen über das Ranzigwerden der Fette, Inauguraldissertation, Bern, 1890.

²⁾ Ueber das Ranzigwerden der Fette, Schweiz. Apoth.-Ztg., 1924, **62**, 293 u. 281.