

Ein Kapitel aus der menschlichen
Ernährungslehre

Vitamine und Mangelkrankheiten

HERMANN RUDY

 Springer

Verständliche Wissenschaft

Siebenundzwanzigster Band

Vitamine und
Mangelkrankheiten

Von

Hermann Rudy



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1 9 4 3

Vitamine und Mangelkrankheiten

Ein Kapitel aus der
menschlichen Ernährungslehre

Von

Dr. Hermann Rudy

Dozent an der Universität Heidelberg

Zweite, ergänzte Auflage

6. bis 10. Tausend

Mit 40 Abbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1 9 4 3

ISBN 978-3-662-41936-6 ISBN 978-3-662-41992-2 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-41992-2

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.

Copyright 1936 and 1943 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg
Softcover reprint of the hardcover 2nd edition 1943

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag OHG. in Berlin 1943.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
Allgemeiner Teil.	
Wie die Vitamine entdeckt wurden	2
Wieviel Vitamine gibt es?	8
Wesen und Wirkungsweise der Vitamine	11
Spezieller Teil.	
A. Die Vitamin-Mangelkrankheiten oder Avitaminosen	18
Andere Mangelkrankheiten	21
Nachtblindheit, Augendarre, Scheidenverhornung, Wachstumsstillstand als Folge des Vitamin-A-Mangels	22
Die Krankheitssymptome an Mensch und Tier S. 23. — Künstlich erzeugte A-Mangel-Symptome der Ratte S. 26.	
Rachitis, Knochenerweichung als Folge des Vitamin-D-Mangels	27
Äußerlich erkennbare Knochenveränderungen S. 29. — Chemische Anzeichen der Erkrankung S. 32. — Zahnerkrankungen S. 32. — Tetanie S. 33. — Osteomalazie S. 34. — Künstlich erzeugte Rattenrachitis S. 35.	
Unfruchtbarkeit als Folge des Vitamin-E-Mangels	36
Mangelhafte Blutgerinnung als Folge von Vitamin-K-Mangel	38
Beriberi als Folge von Vitamin-B ₁ - (und B ₄ -) Mangel	40
Das Krankheitsbild beim Menschen S. 40. — Geflügelpolyneuritis S. 43. — Rattenberiberi S. 45.	
Die Pellagra	45
Das Krankheitsbild beim Menschen S. 47. — Die Pellagra-Hauterkrankung (Dermatitis) der Ratte S. 49. — Pantothen-säuremangel S. 50. — Hühnerdermatitis S. 50. — Grauwerden der Haare S. 51.	
Mit der Pellagra verwandte Avitaminosen	51
Sprue S. 52. — Zöliakie S. 52. — Talgfluß S. 53.	
Skorbut als Folge des Vitamin-C-Mangels	54
Das Krankheitsbild beim Erwachsenen und beim Kind S. 55. — Die Gewebsblutungen (Hämorrhagien) S. 58. — Meer-schweinchenskorbut S. 58.	
Blutarmut (Anämie)	60
Weitere avitaminotische Ernährungsschäden	62
Versteckte (latente) Vitaminmangelkrankheiten	63

	Seite
B. Die Vitamine als Heilmittel	64
C. Die Vitamine als Stoffe	70
Wie der Ernährungsphysiologe und der Chemiker die Vitamine sehen	70
Das Epithelschutzvitamin A (Axerophthol)	78
Vorkommen und Bestimmung des A-Vitamins S. 79. — Biolo- gische Bestimmungsmethoden S. 80. — Die Reindarstellung S. 82. — Eigenschaften und chemischer Aufbau des A-Vitamins aus Lebertran S. 83. — Die Provitamine A S. 85. — Chemischer Aufbau der Provitamine und Wirkung als A-Vitamin S. 86. — Chemische Verwandtschaft mit anderen Naturstoffen S. 90. — Bestimmungsmethoden der Provitamine S. 99. — Internationale Einheit S. 93. — Die physiologischen Aufgaben S. 94.	
Das antirachitische Vitamin D	94
Vorkommen S. 95. — Nachweis und Bestimmung des D-Vit- amins S. 96. — Einheiten S. 98. — Die chemische Natur der Provitamine D S. 98. — Die Umwandlung des Ergosterins und 7-Dehydrocholesterins in die antirachitischen Vitamine S. 101. — Die chemische Natur der Vitamine D ₂ und D ₃ S. 105. — Photo- reaktionen S. 107. — Physiologische Wirkungsweise S. 107. — Chemische Beziehungen zu anderen Naturstoffen S. 109.	
Das Fruchtbarkeits-Vitamin E (Tokopherol)	110
Vorkommen und Bestimmungsmethoden S. 110. — Chemische Natur der Tokopherole S. 111.	
Das antihämorrhagische Vitamin K (Phyllochinon)	113
Vorkommen S. 113. — Konstitution S. 114.	
Das antineuritische Vitamin B ₁ (Aneurin)	116
Vorkommen S. 117. — Bestimmungsmethoden S. 118. — Der B ₁ -Bedarf von Mensch und Tier S. 121. — Eigenschaften S. 123. — Die Konstitution S. 123. — Vitamin B ₁ als Fermentbestandteil S. 125. — Die Traubenwachstumsfaktoren B ₃ und B ₅ S. 127.	
Das Wachstumsvitamin B ₂ (Laktoflavin)	127
Vorkommen S. 128. — Unterscheidung zwischen freiem und gebundenem B ₂ S. 129. — Unterscheidung zwischen Laktoflavin- und Laktoflavinphosphorsäure durch Kataphorese S. 131. — Bestimmungsmethoden S. 132. — Konstitution S. 133. — Die Eigenschaften des Laktoflavins in ihrer Beziehung zum Bau des Moleküls S. 134. — Vitamin B ₂ als Wirkungsgruppe der gelben Fermente S. 137. — Der Wachstumsfaktor B ₄ S. 142.	
Das Antipellagravitamin (Nikotinsäureamid)	142
Vorkommen S. 142. — Nikotinsäureamid als Bestandteil de- hydrierender Fermente S. 144. Co-Zymase S. 145.	
Vitamin B ₆ (Adermin)	146
Vorkommen S. 146. — Nachweis und Bestimmung S. 147. — Konstitution S. 148.	
Pantothensäure	148
Vorkommen S. 149. — Eigenschaften und Bestimmung S. 149.	
Antigrauehaarfaktoren	150
p-Aminobenzoesäure	150
Wachstumwirkung bei <i>Streptobacterium plantarum</i> S. 151.	

	Seite
Vitamin H (Biotin)	151
Vorkommen S. 152. — Eigenschaften und Zusammensetzung S. 152.	
Das Antiskorbut-Vitamin C (Ascorbinsäure)	153
Vorkommen S. 153. — Bestimmung und Einheiten S. 155. — Eigenschaften S. 158. — Konstitution S. 160. — Chemischer Bau und Vitaminwirkung S. 161. — Physiologische Wirkungs- weise S. 162. — Chemischer Zusammenhang mit anderen Natur- stoffen S. 163.	
Das Permeabilitätsvitamin P	164
D. Die Vitamine in der Pflanze	165
E. Einiges über die menschliche Ernährung	168
Übersicht über die Vitamine und die Vitamin-Mangelkrank- heiten	172
Gehalt von Nahrungs-, Genuß- und Futtermitteln an den für den Menschen wichtigsten Vitaminen	176
Sachverzeichnis	180

Einleitung.

Das hohe Ansehen, das die Heilkunde allgemein genießt, verdankt sie ihrem edlen Ziele, der leidenden Menschheit zu helfen. Um dieser gewiß nicht leichten Aufgabe gerecht werden zu können, bedarf es nicht nur des Ausbaues und der Vertiefung bereits bestehender, sondern noch viel mehr der Auffindung neuartiger Heilmethoden. Dies gelingt auf die Dauer nur auf dem Wege eines tiefgehenden Gedankenaustausches mit anderen Zweigen der Wissenschaft. Die Geschichte der Heilkunde zeigt, wie dies zu beiderseitigem Nutzen tatsächlich immer geschehen ist und noch geschieht.

Wenn wir von dem Einfluß der Geisteswissenschaften absehen, sind es gerade die Naturwissenschaften, die der Entwicklung der Heilkunde seit langem ihr Gepräge geben. Der Bau des ersten Mikroskopes vor etwa 300 Jahren geschah zwar nicht durch einen „Schulphysiker“, aber die folgerichtige Entwicklung dieser Erfindung ist doch den wissenschaftlich geschulten Physikern zuzuschreiben. Was aber verdanken wir diesem wunderbaren Instrument! Ohne Mikroskop wäre es unmöglich gewesen, die Ursachen der vielen menschlichen und tierischen Seuchen, nämlich die Kleinlebewesen (Bazillen und Bakterien), zu erkennen, und ohne deren Entdeckung wäre eine wirksame Bekämpfung der Seuchen auch heute noch undenkbar. Ohne Mikroskop wäre ferner die Entdeckung der kleinsten selbständigen Bausteine und Organismen, der Zellen, wohl kaum geglückt; das Studium der Zellen aber hat dem Arzt eine Reihe neuer Hilfsmittel zur Erkennung von Krankheiten der verschiedensten Art in die Hand gegeben. Denken wir nur daran, daß man z. B. aus einem kleinen Tropfen Blut den Gesundheitszustand eines Menschen zu beurteilen gelernt hat!

Die Entdeckung der kurzwelligen (Röntgen-) Strahlen, die viele Stoffe mit Leichtigkeit durchdringen, hat die Erkennung (Diagnose) zahlreicher körperlicher Leiden und Gebrechen um ein Wesentliches erleichtert. Es ist heute bereits eine Selbstverständlichkeit, daß nicht nur bei Knochenbrüchen, sondern beispielsweise auch bei Zahngeschwüren Röntgenaufnahmen gemacht werden, die den Sitz der Erkrankung erkennen lassen. Andererseits macht man auch von der Heilwirkung dieser kurzwelligen Strahlen Gebrauch, da sie infolge ihrer hohen Durchdringungsfähigkeit tiefer liegende Gewebe erreichen und den Krankheitsherd unter Umständen ausmerzen können. Noch eine weitere Errungenschaft der Physik soll hier gestreift werden, nämlich die sogenannten „radioaktiven Substanzen“. Auch sie hat man, ebenso wie die Röntgenstrahlen, unmittelbar zu Heilzwecken herangezogen, besonders bei bösartigen Geschwülsten (Krebs).

Dies alles sind nur einige wenige Beispiele für die fruchtbare Zusammenarbeit von Physik und Medizin. Sie könnten leicht um viele andere vermehrt werden. Hingewiesen sei lediglich auf das kürzlich vollendete Elektronenmikroskop, das der Heilkunde ohne Zweifel wieder neue Möglichkeiten schafft.

Nicht minder zahlreich und innig sind die Fäden, die die Medizin mit der Chemie verbinden. Ja, man kann fast sagen, daß gegenwärtig in der Medizin und Biologie, ebenso wie in Botanik und Zoologie, eine ausgesprochen chemische Richtung herrscht. Wenn wir heute von einer Zeit der Chemotherapie sprechen und darunter die Heilung von Krankheiten mit Hilfe hochwirksamer chemischer Stoffe verstehen, dann müssen wir uns stets bewußt sein, daß die Anfänge dazu weit zurückliegen: von den alten „Hausmitteln“ führt der Weg über die Rezepte des Apothekers zu den Präparaten der pharmazeutisch-chemischen Industrie. Durch langwierige Arbeit hat man in einer Reihe von Fällen die stoffliche Natur der heilenden Pflanzenstoffe erforscht und ihnen ebenbürtige künstliche zur Seite gestellt. Und wenn wir die jüngsten Erfolge in der Bekämpfung so tückischer Seuchen wie Geschlechtskrankheiten, Schlafkrankheit, Malaria u. a. m. betrach-

ten, dann dürfen wir ohne Übertreibung sagen, daß die Kunst des Chemikers hier die Natur überboten hat. Die Saat des großen Parazelsus trägt nunmehr reichliche Früchte.

Daneben spielt die Chemie noch eine gewisse Rolle als diagnostisches Hilfsmittel des Arztes. Wir denken hier an die chemischen Proben auf Zucker, Eiweiß, Gallenfarbstoff und viele andere.

Eines der jüngsten gemeinsamen Arbeitsgebiete von Arzt und Chemiker ist die Erforschung einiger Stoffgruppen, denen in der lebenden Zelle besonders wichtige Aufgaben zufallen. Es sind dies die *Fermente, Hormone und Vitamine*. Gefördert wurde diese Zusammenarbeit insbesondere bei den letzteren durch den Weltkrieg, was insofern leichtverständlich ist, als es sich weitgehend um Fragen des stofflichen Umsatzes und der Ernährung handelt. Was die zum Leben unbedingt notwendigen Fermente, Hormone und Vitamine sind, werden wir bald zu erklären versuchen. Dabei werden die Vitamine — entsprechend der Aufgabe dieses Büchleins — natürlich den weitaus größten Raum einnehmen. Wenn nun aber der eine oder andere am Schluß unserer Darlegungen zu der Überzeugung gelangt sein sollte, daß die Lebensvorgänge damit nicht klarer geworden sind, als sie vorher waren, daß sie im Gegenteil nur noch verwickelter aussehen, dann möge er sich vor Augen halten, daß sich der nie rastende menschliche Geist nach der Beantwortung *einer* Frage stets neue stellt und daß ein *restloses* Verstehen der Naturvorgänge wohl überhaupt nicht möglich sein wird.

Allgemeiner Teil.

Wie die Vitamine entdeckt wurden.

Bei der Entdeckung der Vitamine handelte es sich um eine jahrzehntelange Entwicklung fast zwangsläufiger Art, die von Rückschlägen und Irrwegen allerdings nicht verschont blieb. Den Ausgangspunkt bildeten die Untersuchungen ganz verschiedener Forscherkreise, die zunächst unabhängig voneinander arbeiteten, im gegebenen Augenblick aber ihre Er-

fahrungen austauschten, um so das Gebiet gemeinsam zu erschließen. Auf der einen Seite trachtete man nach der Erkenntnis und Heilung einiger menschlichen Krankheiten, auf der anderen erforschte man — von einfachen physiologisch-chemischen Gesichtspunkten ausgehend — die Ernährung der Säugetiere und des Menschen. Wie die Vertreter dieser beiden wissenschaftlichen Arbeitsrichtungen schließlich von der Existenz der Vitamine überzeugt wurden, das sei nun kurz geschildert.

In früheren Zeiten war bei den Seeleuten eine Krankheit sehr gefürchtet, die sich fast regelmäßig bei langen Fahrten einstellte und viele Opfer forderte, nämlich der *Skorbut*. Er äußerte sich zunächst in einer allgemeinen Muskelschwäche, in Zahnblutungen und anderen Erscheinungen und führte schließlich infolge Herzschwäche zum Tode. Auch bei längeren Expeditionen zu Lande durch unwirtliche Gegenden war Skorbut häufig. Selbst bis in die jüngste Zeit ist sein Auftreten zu verzeichnen. Es ist jedoch sicher, daß gewisse Völker schon in früherer Zeit wirksame Gegenmittel besaßen, wenn sie auch in Mitteleuropa so gut wie unbekannt blieben. So sollen die Wikinger auf ihren Fahrten Zwiebeln verwendet haben. Gegen Ende des 16. Jahrhunderts heilte man Skorbut verschiedenenorts bereits mit Zitronensaft. Sicher überliefert ist uns z. B. diese Behandlung mit Zitronensaft durch den deutschen Arzt Kramer (i. J. 1720). Und der berühmte englische Seefahrer Cook erhielt im Jahre 1776 von der höchsten wissenschaftlichen Instanz des Landes eine Auszeichnung für die erfolgreiche Bekämpfung des Skorbut auf seinen Schiffen. Wir wissen heute, daß die damalige Methode, mit sauren Fruchtsäften und frischem Gemüse zu heilen, die bestmögliche war. Zu der Entdeckung der Vitamine hat sie aber nicht geführt, da man das Wesen der Krankheit trotz richtiger Heilmethoden nicht erkannt hatte.

Es blieb einer in Ostasien, teilweise auch in Südamerika heimischen ähnlichen Krankheit vorbehalten, den Anstoß zu der eingehenden Untersuchung der Rolle gewisser Nahrungsmittel bei der Entstehung derartiger Erkrankungen zu geben. In Japan erkannte man bereits im Jahre 1884, daß das Auf-

treten dieser *Beriberi* genannten Krankheit innig mit der Ernährungsweise zusammenhing. Als man der sehr stark unter Beriberi leidenden Marinetruppe statt der Reiskost Fleisch, Obst, Brot und Gemüse gab, ging die Krankheit schlagartig zurück. Das war in der damaligen Zeit um so verwunderlicher, als die neue Kost dem Energieinhalt nach (d. h. also der bei Verbrennung entstehenden Wärmemenge und der im Muskel auftretenden Arbeit nach) der alten Reiskost unterlegen war.

Im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts kam dann der auf Java stationierte holländische Arzt Eijkman auf Grund von Beobachtungen an Gefängnisinsassen zu der Erkenntnis, daß der andauernde und ausschließliche Genuß von *poliertem Reis* die Ursache der Beriberi ist. Seine Ergebnisse gaben den Anlaß zu einer Reihe weiterer Untersuchungen, an denen sich besonders auch sein Landsmann Grijns beteiligte und aus denen schließlich klar hervorging, daß beim Polieren des Reises mit den als Kleie abfallenden Schalen ein Stoff verlorenging, der das Auftreten der Krankheit verhindern kann; denn beim Genuß von unpoliertem Reis wurde niemand beriberikrank. Zunächst aber galt es noch heftige Widerstände auf seiten der Ärzte zu überwinden, weil die Vorstellung, daß das Fehlen mengenmäßig unbedeutender Nahrungsbestandteile zu einer schweren Krankheit und selbst zum Tode führen sollte, in der damaligen Zeit ganz neuartig war. Es war nämlich unter dem Einfluß der um jene Zeit auf ihrem Höhepunkt angelangten Bakteriologie sozusagen Mode geworden, alles auf Infektionen (Ansteckungen) zurückzuführen. — Besonders wichtig war eine mehr zufällige Beobachtung auf Java gewesen, nämlich die, daß die Hühner der Anstalt, die ebenfalls ausschließlich von poliertem Reis ernährt wurden, von einer der menschlichen Beriberi ähnlichen Krankheit befallen wurden. Schließlich fand man auch, daß die Reiskleie (oder wässerige Auszüge daraus) imstande sind, die ausgebrochene Krankheit innerhalb kurzer Zeit auszuheilen. Damit war zum ersten Male erkannt, daß solche auf bestimmte einseitige Ernährung zurückgehenden Erkrankungen nicht auf den Menschen beschränkt sind, sondern sich auch künstlich an Tieren erzeugen lassen. Diese Entdeckung

war von großer Tragweite, denn ohne Tierversuche wäre die Erforschung dieser Krankheiten nur sehr langsam vor sich gegangen.

Es ist als ein glücklicher Umstand zu bezeichnen, daß man zu jener Zeit auf seiten der Ernährungsphysiologen auf Tatsachen gestoßen war, die mit den soeben geschilderten Beobachtungen manches gemeinsam hatten. Bis dahin hatte unumschränkt die Regel gegolten, daß zur vollständigen Entwicklung und Erhaltung des tierischen Organismus außer Wasser nur 4 Nährstoffe nötig seien: *Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate und Salze*. (Eiweiß nimmt der Mensch im Fleisch, in der Milch, in den Eiern und zu einem beträchtlichen Teil auch in den verschiedensten Gemüsen auf. Die Fette sind bekanntermaßen ebenfalls sowohl pflanzlichen als tierischen Ursprungs. Als Kohlenhydrate bezeichnet man die Zucker und die zuckerähnliche Stärke im Getreide und den Kartoffeln. Die mineralischen Salze, die wir unter anderem zum Aufbau der Knochen und Zähne benötigen, finden sich in fast allen Nahrungsmitteln in mehr oder minder großer Menge. Wir brauchen sie in reichhaltiger Auswahl, nehmen in größerem Ausmaß aber nur Kalk, phosphorsaure Salze und Kochsalz auf.) Diese 4 Grundtypen von Nährstoffen sollten nach der damaligen Ansicht genügen, den tierischen Organismus aufzubauen und zu erhalten.

Versuche, das genannte Ernährungsschema endgültig zu beweisen, stießen indes auf Schwierigkeiten. Schon im Jahre 1881 wurde in Basel gefunden, daß Mäuse, die ausschließlich mit Kasein (dem Eiweiß der Milch), mit Fett und Rohrzucker ernährt wurden, nicht am Leben zu erhalten waren, daß dies aber gelang, wenn man der genannten Kost noch Milchpulver zufügte. Es wurde der richtige Schluß gezogen, „daß in der Milch außer Kasein, Fett, Milchzucker und Salzen noch andere Stoffe vorhanden sein müssen, welche für die Ernährung unentbehrlich sind“. Aber erst nach 25 Jahre langer weiterer Arbeit wurde die Bedeutung dieser Beobachtung für menschliche Krankheiten richtig erkannt. Im Jahre 1906 betonte der englische Physiologe Hopkins zum erstenmal ausdrücklich, daß zwischen den noch unbekanntem

lebenswichtigen Bestandteilen der Nahrung und vielen menschlichen Krankheiten innige Beziehungen bestehen müßten. Damit war die Brücke geschlagen zwischen den Beobachtungen der Ärzte und denen der Ernährungsphysiologen. Zu etwa der gleichen Zeit hatte der Deutsche Stepp in Straßburg Versuche an Mäusen angestellt, die die Parallele zu den Beobachtungen an den beriberikranken Hühnern darstellen. Stepp fand, daß Brot und Milch — wenn man sie vorher mit Alkohol und Äther auszog (extrahierte) — als Nahrungsmittel ungenügend waren, daß sie aber ihre Vollwertigkeit wiedererlangten, wenn man die extrahierten Bestandteile nachträglich zufügte. Anschließend wurde dann von englischer Seite ebenfalls der Beweis erbracht, daß zur Ernährung außer Eiweiß, Fetten, Kohlenhydraten, Salzen und Wasser noch besondere Nahrungsbestandteile notwendig sind. Mittlerweile waren auch amerikanische Forscher, die den Wert tierischer und pflanzlicher Proteine (= Eiweiße) für das Tier und den Menschen prüften, auf die Bedeutung solcher besonderen Nahrungsbestandteile aufmerksam geworden, und bis zu Beginn des Weltkrieges hatte sich durch die weitere Mitarbeit holländischer, norwegischer und anderer Forscher die Überzeugung durchgesetzt, daß eine Reihe von Krankheiten, die man früher als Folgen einer Infektion angesehen hatte, nur auf eine mangelhafte, einseitige Ernährungsweise zurückzuführen ist. Dabei fielen diese in der Nahrung fehlenden Bestandteile gegenüber den übrigen aufgenommenen Nährstoffen bekannter Art mengenmäßig merkwürdigerweise gar nicht ins Gewicht.

Die so verursachten Krankheiten wurden von den englischen Forschern „deficiency diseases“ = *Mangelkrankheiten* genannt. Die lebenswichtigen Nährstoffe, auf deren Fehlen die Krankheiten beruhen, erhielten von den einzelnen Forschern verschiedene Namen. Von ihnen hat sich lediglich die durch Funk in London vorgeschlagene Bezeichnung „*Vitamine*“ durchgesetzt. Sie sollte zum Ausdruck bringen, daß es sich um *aminartige* (d. i. nach bestimmten chemischen Gesetzen aufgebaute stickstoffhaltige) Körper handelt, die zur Erhaltung des Lebens (= *vita*) unbedingt notwendig sind, wobei allerdings

betont werden muß, daß nicht alle Vitamine Amine sind. In Anlehnung daran heißen die Mangelkrankheiten auch *Avitaminosen*. *Die Mangelkrankheiten oder Avitaminosen sind also Ernährungskrankheiten, die auf das Fehlen von Vitaminen in der Nahrung zurückzuführen sind.*

Wieviel Vitamine gibt es?

Wir haben bis jetzt stillschweigend von *den* Vitaminen gesprochen, ohne den Nachweis erbracht zu haben, daß es sich wirklich um mehrere handelt. Wie viele es tatsächlich sind, wissen wir auch heute noch nicht; denn die Zahl der Vitamine wächst immer noch an. Zur Zeit sind etwa 20 Typen dieser geheimnisvollen Stoffe bekannt, denen eine ebenso große Anzahl von Mangelkrankheiten zugeordnet werden muß.

Lange Zeit fand man zwischen Beriberi- und Skorbutheilender Kost keine Unterschiede, und man glaubte vielfach an eine gemeinsame Ursache. Dann entdeckte man aber, daß Eigelb oder gedörrter Weizen zwar ein gutes Mittel gegen Beriberi sind, daß sie aber den Skorbut nicht verhüten können. Als es schließlich gelang, aus einem wässrigen Pflanzenauszug, der nachgewiesenermaßen beide Schutzstoffe enthielt, das die Beriberi verhütende Vitamin auf einfache Weise abzutrennen, ohne die Skorbutschutzwirkung zu beeinträchtigen, bestand kein Zweifel mehr, daß man es mit zwei verschiedenen Vitaminen zu tun hatte. Die weitere chemische Bearbeitung hat das nur bestätigt.

Reisschalen, insbesondere das sogenannte Silberhäutchen und deren *wässrige* Extrakte, haben nicht nur „Anti“- (= Gegen-) Beriberiwirkung, sondern besitzen auch die Fähigkeit, das Wachstum junger Tiere anzuregen. Andererseits haben aber auch die in *Alkohol und Äther löslichen* Bestandteile der Milch Wachstumswirkung. Da sich das „Wachstumsvitamin“ der Reiskleie von demjenigen der Milch durch sein Verhalten gegen Wasser bzw. Äther unterschied, war es also offenkundig, daß der Wachstumsvorgang junger Organismen nicht von einem einzigen Vitamin abhängen konnte. Heute wissen wir, daß das im Milchfett vorliegende

Wachstumsvitamin noch eine ganze Reihe anderer Aufgaben hat und daß außer den beiden genannten noch eine ganze Anzahl anderer Vitamine zur Aufrechterhaltung des Wachstums und der normalen Entwicklung notwendig sind.

Seit etwa 16 Jahren weiß man, daß in vielen Nahrungsmitteln neben dem Beriberischutzstoff und den Wachstumsstoffen noch ein weiteres, sehr wichtiges Vitamin vorkommt, bei dessen Fehlen die *Pellagra* auftritt, eine Krankheit, die sich besonders auf der Haut auswirkt. Die Unterscheidung dieser beiden Vitamine war bis dahin unmöglich gewesen und gelang endgültig erst mit Hilfe ganz feiner chemischer Methoden, von denen wir später noch Ausführlicheres hören werden.

Das im Milchfett vorhandene Wachstumsvitamin wurde bald in ergiebigerer Menge aus dem Leberöl der Fische, dem Lebertran, gewonnen. Nun enthält der Lebertran aber einen Stoff, der in ausgesprochener Weise in der Lage ist, die Englische Krankheit (*Rachitis*) der Kinder zu heilen. Auch hier glaubte man lange Zeit beide physiologischen Wirkungen einem Vitamin zuschreiben zu müssen. Bis man erkannte, daß Lebertran und Butter, in gleichen Mengen verabreicht, bei jungen Ratten wohl die gleiche Gewichtszunahme bewirkten, daß zur Heilung rachitischer Ratten aber etwa 200mal mehr Butter als Lebertran notwendig war. Es wurde außerdem gefunden, daß die Wachstumswirkung bei gleichbleibendem Schutz gegen Rachitis dann abnahm, wenn die Präparate längere Zeit an der Luft gelegen hatten. Man schloß daraus, daß das Wachstumsvitamin von dem antirachitischen Vitamin verschieden sein müsse. Der endgültige Beweis wurde dadurch erbracht, daß man den Lebertran längere Zeit bei 100° mit Luft behandelte. Dabei blieb die antirachitische Wirkung sehr gut erhalten, die Wachstumswirkung aber war vollkommen verschwunden. Die nachträgliche chemische Trennung der beiden Vitamine aus Lebertran ließ denn auch nicht mehr daran zweifeln, daß beide Wirkungen verschiedenen Stoffen zugewiesen werden müssen.

Es wurde schon angedeutet, daß man die Vitamine nach ihrem Verhalten gegen Wasser, Alkohol, Äther und andere

„Lösungsmittel“ unterscheiden kann. Da Äther, Chloroform, Benzin u. a. m. im Gegensatz zu Wasser eine ausgesprochene Fähigkeit zur Aufnahme von Fetten aller Art besitzen, *unterscheidet man ganz allgemein „wasserlösliche“ und „fettlösliche“ Vitamine*. Diese Einteilung in zwei nach ihrer Löslichkeit verschiedenen Gruppen ist, wie wir auch später noch sehen werden, sehr zweckmäßig. Die Natur selbst hat uns in der Milch ein Vorbild dafür gegeben. Die Vollmilch enthält ihrem Zweck entsprechend die meisten Vitamine in guter Mischung. Bei der Rahmbildung aber setzen sich das antirachitische und das fettlösliche Wachstumsvitamin oben ab und die wasserlöslichen Wachstumsvitamine und die Schutzstoffe gegen Beriberi, Pellagra und Skorbut bleiben in der Magermilch. Die Rahmabscheidung stellt also eine natürliche Trennung in fett- und in wasserlösliche Vitamine dar.

Um die einzelnen Vitamine einfach und sicher unterscheiden zu können, hat man sie nach einem amerikanischen Vorschlag mit Buchstaben gekennzeichnet, wobei man allerdings nicht verhindern konnte, daß ab und zu eine geringfügige Abänderung vorgenommen werden mußte. Wir bezeichnen heute das fettlösliche Wachstumsvitamin der Milch und des Lebertrans, dem, wie schon erwähnt, noch wichtige andere Aufgaben zukommen, als Vitamin A. Das fast immer von ihm begleitete, die Englische Krankheit verhindernde, heißt Vitamin D. Ein weiteres fettlösliches Vitamin, das die Fruchtbarkeit der Säugetiere sichert, nennt man kurz Vitamin E. Das Antiskorbut-Vitamin führt die Bezeichnung C. Die wasserlöslichen Wachstumsstoffe sowie die Schutzstoffe gegen Beriberi und Pellagra wurden vor ihrer Unterteilung einfach Vitamin B genannt. Nunmehr heißt das Antiberiberi-Vitamin B₁, und B₂, B₃, B₄, B₅ und B₆ sind die Bezeichnungen weiterer Bestandteile des ursprünglichen „Vitamins B“. (Vergleiche die Aufzählung am Schluß!) Die Bezeichnung B₁, B₂, B₃ usw. hat allerdings den Nachteil, daß der Fernerstehende vielfach annimmt, es handle sich um chemisch und physiologisch nahe verwandte Stoffe, was jedoch nicht zutrifft. Um derartigen Mißverständnissen vorzubeugen, ist man zu eindeutigeren Namen, wie Aneurin, Laktoflavin usw. übergegangen.

Wesen und Wirkungsweise der Vitamine.

Zum Wesen der „lebenden Welt“ gehört unter anderem die Fähigkeit zur selbständigen Fortpflanzung. Selbst die kleinsten Lebewesen, die nur aus einer Zelle bestehen, sind dazu imstande, und aus einem einzigen Bazillus können sich bekanntlich Tausende und aber Tausende Vertreter der gleichen Art entwickeln. Die Vitamine sind dazu nicht imstande; sie sind also *keine Lebewesen*, sondern verhalten sich in jeder Beziehung wie „tote Stoffe“, etwa wie Zucker oder Fett. Ihre Moleküle (das sind jene winzigen, auch unter dem Mikroskop nicht mehr sichtbaren Elementarteilchen, von denen jedes noch die gesamten Eigenschaften des Stoffes besitzt) sind etwa gleich groß wie die der Nährstoffe Fett oder Zucker. Im Verhältnis zu den Eiweißmolekülen sind die Vitamine sehr klein: das Gewicht eines Moleküls Eiweiß ist etwa 100- bis 1000mal größer als das eines Vitaminmoleküls. Bedenkt man, daß jedes Lebewesen aus mindestens einer Zelle und jede Zelle wiederum aus einer Unzahl Molekülen Eiweiß besteht (ohne die anderen Zellinhaltsstoffe zu rechnen), so erkennt man den riesigen Unterschied, der auch in der *Größe* zwischen einem Lebewesen und einem Vitamin besteht.

In chemischer Hinsicht sind die Vitamine recht verschiedene Körper. Dies ließ sich schon auf Grund ihrer verschiedenen Löslichkeit in Wasser und Äther erwarten, da diese physikalischen Eigenschaften ganz allgemein der Ausdruck des chemischen Baues sind.

Die Vitamine entfalten ihre Wirksamkeit als Schutz- und Heilstoffe in überraschend geringer Menge, und zwar in so geringer, daß sie, im Gegensatz zu den übrigen Nährstoffen, weder zur Wärmeerzeugung noch zum Neuaufbau von Zellen in Frage kommen können. Ihre Wirkungsweise ist also anderer Art. Die notwendigen Mindestmengen sind allerdings nicht konstant. Ebenso wie der Bedarf an Eiweiß, Fetten und Kohlenhydraten je nach Tierart, Individuum, Alter, Lebensweise, Tätigkeit, Geschlecht usw. verschieden ist, ergeben sich auch für die Vitamine große Unterschiede in den Mindestmengen. Die Gesamtheit der stofflichen Umsetzungen entscheidet in

jedem einzelnen Fall darüber. Ganz allgemein gilt die Regel, daß *der junge, im Wachsen begriffene Organismus einen höheren Vitaminbedarf hat als der ausgewachsene*, genau so, wie auch sein chemischer Umsatz verhältnismäßig höher ist, da andauernd viele neue Zellen gebildet werden müssen, während beim Erwachsenen nur eine gewisse Erhaltung des Bestehenden notwendig ist.

Zur Ergänzung der Vorstellung über die Vitamine muß noch hinzugefügt werden, daß es Stoffe in der Nahrung gibt, die an sich keine Vitamine sind, die es aber im Körper werden können. So können wir z. B. das Vitamin A statt aus der Milch oder aus Lebertran in gleich guter Weise aus den Karotten beziehen; denn der rote Karottenfarbstoff „Karotin“ wird im Körper in das Vitamin A umgewandelt. Weiterhin wird das antirachitische Vitamin D nur in seltenen Fällen fertig aufgenommen, sondern meist in Form eines an sich unwirksamen Stoffes, der ebenfalls erst im Körper in das Vitamin übergeht. Man nennt diese Art von Stoffen, weil sie teils als Vorstufe, teils auch als eine Art Ersatz vorliegen, *Pro-Vitamine*.

Wenn wir uns die Begriffsbestimmung der Vitamine in knapper Form vor Augen halten wollen, dann geschieht dies am besten mit den Worten Stepps: „Vitamine sind organische Verbindungen, die in kleinsten Mengen andauernd dem Organismus zugeführt werden müssen, um die Erhaltung oder Vermehrung der Zellsubstanz zu ermöglichen und die normale Funktion der Organe zu gewährleisten. Nur dann sind derartige Stoffe als Vitamine zu bezeichnen, wenn sie unter geeigneten Bedingungen bereits in einer Menge wirksam sind, deren Kleinheit ihre Verwendung zur Kalorienlieferung sowie als direktes Baumaterial der Zellsubstanz ausschließt und wenn die Zelle selbst zu ihrer Totalsynthese¹ von sich aus nicht befähigt ist; hierfür ist es gleichgültig, ob diese völlig fertig mit der Nahrung zugeführt werden müssen oder ob sie in Form unwirksamer Vorstufen in die Zelle eintreten und erst hier in das Vitamin übergeführt werden (Karotin), oder endlich, ob ihre Bildung in der Zelle

¹ = Aufbau aus einfachen Stoffen.

zwar möglich, aber von exogenen Momenten¹ chemischer oder physikalischer Art (Zufuhr von kleinsten Bausteinen, von katalytisch wirksamen Substanzen², von strahlender Energie) abhängig ist (Vitamine B₂ und D).“

Zur Beleuchtung der *Tätigkeit der Vitamine im Organismus* ist es notwendig, etwas weiter auszuholen und auch die lebenswichtigen *Fermente* (= *Enzyme*) mit einzubeziehen, deren Arbeit sowohl bezüglich des Ortes als auch der Art und Weise ihrer Tätigkeit recht vielfältig ist. Bildlich gesprochen sind sie die Werkzeuge zum Zerlegen und Verbrennen sowie zum Wiederaufbau und Speichern der Nahrungsstoffe. Sie stürzen sich schon im Munde auf die Nahrung (Speichel) und scheiden (besonders im Magen und Darm) das Brauchbare vom Unbrauchbaren. Eiweiß, Fett und Stärke werden zunächst in ihre Bausteine zerlegt. Aus Stärke wird z. B. Traubenzucker, aus Fett Glyzerin und Seife. Diese werden vom Körper durch die Darmwand aufgenommen, zu körpereigenen Stoffen ähnlicher Art wieder aufgebaut und kommen über die Blutbahn schließlich in die Gewebe. Auch dort unterliegen sie wieder dem Fermentgeschehen. Ein Teil der Kohlenhydrate und Fette wird zur Deckung des augenblicklichen Wärme- und Energiebedarfes zu *Kohlensäure* und *Wasser* verbrannt, ein anderer Teil wieder wird im Körper gespeichert. Aus dem Traubenzucker entsteht z. B. das Glykogen der Leber. Eiweiß wird hauptsächlich zum Neuaufbau von Zellen verwendet. Selbst die Salze unterliegen der Kontrolle der Fermente: aus Kalk, Phosphorsäure und anderen werden zum Beispiel die Knochen und Zähne aufgebaut und erhalten.

Die Vitamine sind mit dem Aufgabenbereich der Fermente aufs innigste verknüpft. Dabei ist es nun nicht so, daß sie den Fermenten übergeordnet sind, d. h. daß sie also nur den „Aufseher“ spielen, sondern zum Teil verrichten sie ebenso „grobe“ Arbeiten wie diese, und zwar deshalb, weil sie im Körper in Enzyme übergehen. Sie sind dann *Fermente mit besonders wichtigen und verantwortungsvollen Aufgaben.* Zum Verständnis dieser Beziehungen zwischen Vitaminen und Enzymen sei folgendes erwähnt: Die Fermente sind durch-

¹ = äußeren Einflüssen. ² Siehe später unter Katalyse.