

Über Vitamine

Zur richtigen Ernährung braucht man nach den überkommenen Anschauungen neben den Eiweißen, Fetten und Kohlehydraten, noch verschiedene anorganische Salze (Kalk, Natrium, Phosphor, Kali, Eisensalze) und Wasser. Die Eiweiße haben die hauptsächliche Aufgabe, die Baustoffe des Körpers zu liefern; Kohlehydrate und Fette werden als die Spender der nötigen Betriebs- und Wärmeenergie betrachtet; die Salze dienen durch ihre Konzentrationsverhältnisse zur Herstellung und Erhaltung der lebensnotwendigen Spannungs- und Druckverhältnisse der Körpersäfte (Blut und Lymphe), als Reizstoffe für Muskel-, Nerven- und Drüsentätigkeit, zur Herstellung der sauren oder alkalischen Drüsensekrete, zur Bildung neutraler Salze. Das Wasser ist unerlässlich notwendig als das allgemeine Lösungs- und Dispersionsmittel der Nähr- und Abbaustoffe.

Auf diese vier Stoffgruppen und ihre Leistungen baute man die Ernährungswissenschaft auf. — Seit etwa dreißig Jahren erkannte man nun beim Studium gewisser Krankheiten, die offenbar mit der Natur der gebrauchten Nahrungsmittel oder wenigstens mit der Art ihrer Zubereitung zusammenhängen, noch den Einfluß von Stoffen, die man zunächst mit keiner der genannten Stoffgruppen noch mit ihren spezifischen Leistungen in Zusammenhang bringen konnte. Der gebräuchliche Ausdruck für diese Stoffe ist „Vitamine“¹. Der Wortbestandteil „amin“ weist hin auf die chemische Natur, die man dem zuerst erkannten und isolierten Stoff dieser Art beilegte; die Bezeichnung „Vit“ (Abkürzung von Vita = Leben) soll die Lebenswichtigkeit dieser Stoffe wohlklingend zum Ausdruck bringen.

Für das praktische Leben war das Wichtigste die Feststellung, daß es für weitverbreitete und verheerende Krankheiten tatsächlich sicher und schnell wirkende „Heilmittel“ gibt, die dazu noch jedermann leicht zugänglich sind. Was die Heilstoffe an sich sind, wie sie wirken, und wie man sie benennen soll, war für die Allgemeinheit eine nebensächliche Frage.

In der wissenschaftlichen Forschung dagegen sind diese Fragen nicht nebensächlich, und auch für das praktische Leben sind sie es nicht. Eine genauere Kenntnis der chemischen Beschaffenheit und der chemisch-physikalischen Eigenschaften, die uns die Wissenschaft in den letzten zwei Jahren brachte, zeigen auch der Nahrungsmitteltechnik und der küchengemäßen Zubereitung der Nahrung neue Wege. Aber für den Laien bleibt einstweilen tatsächlich nichts anderes übrig, als das Vorhandensein solcher Heil- und Vorbeugungstoffe freudig und ruhig hinzunehmen. Denn über die genaue Zahl dieser Stoffe, ihre chemische Beschaffenheit, ob es überhaupt immer Amine sind —, über die Art ihrer Wirksamkeit und ihre Benennung herrscht jetzt noch große Unsicherheit. Ragnar Berg z. B. nennt die bisher gewöhnlich gebrauchte Buchstabenbezeichnung der „Vitamine“ (A, B, C, D, E) ein „unentwirrbares Sammel-

¹ Eine Gesamtdarstellung bietet Ragnar Berg (Die Vitamine², Leipzig 1927, Hirzel). Wir folgen in unserer Darstellung meistens seinen Angaben. Die Entdeckung des Antirachitismus war ihm noch nicht bekannt.

surium“; aber ein Besprecher seines Buches¹ meint, daß durch Bergs Bezeichnungswiese die „bereits vorhandene Verwirrung vollkommen hoffnungslos geworden sei“. Es ist deshalb wohl am besten, einstweilen einfach die Ernährungskrankheiten aufzuführen, die auf das Fehlen bisher unbekannter oder nicht beachteter Stoffe zurückzuführen sind, und dann erst die neueren wissenschaftlichen Funde kurz zu besprechen.

Die an erster Stelle zu nennende Krankheit, deren Studium zur Entdeckung der Vitamine führte, ist die Beriberikrankheit.

I. Kurze Übersicht über die Ernährungskrankheiten.

1. Beriberi (in Japan selbst *Kakke* genannt) ist eine Krankheit, die besonders in Japan und in andern Ländern, in denen Reis die Hauptnahrung bildet, auftritt. Der Name wird abgeleitet von dem hindostanischen Wort „beri“ (Schaf), weil die Kranken den unsichern und unbeholfenen Gang dieses Tieres zeigen. Sie beginnt mit allgemeiner Abmagerung und Gewichtsabnahme und einer Temperatursenkung. Beim weiteren Verlauf treten Verdauungsstörungen auf, Arbeitsunlust und Müdigkeitsgefühle, Unsicherheit in den Beinen, Störungen im Nervensystem, die sich teils in Empfindungslosigkeit, teils in Überempfindlichkeit mancher Hautstellen zeigt. Appetitlosigkeit, Aufhören der Verdauung, Zerfall der Nerven- und Muskelfasern führen schließlich zur völligen Apathie und zum Tode.

Allerlei gelegentliche Beobachtungen und Versuche haben in den letzten dreißig Jahren (seit 1897) gezeigt, daß die einseitige Ernährung mit geschältem Reis die Hauptursache der Krankheit ist. Nun geht beim Schälen des Reises neben der harten Samenschale auch das sog. Silberhäutchen mit der ihm anhaftenden Kleberschicht in die Kleie. Daß in der Tat durch Verlust der Kleie, insbesondere des Silberhäutchens, der Reis zur völlig ungenügenden Nahrung und zur Ursache der Beriberikrankheit wird, bewiesen die Kontrollversuche. Fütterte man nämlich Versuchstiere, besonders körnerfressende Vögel, wie Tauben und Hühner, einseitig mit geschältem Reis, so erkrankten sie bald an Nervenentzündungen (Neuritis), die der Beriberikrankheit zum wenigsten sehr ähnlich sind. Auch haben einige Forscher an sich selbst diesen Versuch gemacht; sie erkrankten wirklich an Beriberi.

Wie Reis, so verhalten sich auch Weizen und Gerste, aber nicht der Roggen. Ein Hund, der ausschließlich mit feinstem Weizenbrot gefüttert wurde, starb in vierzig Tagen an Beriberi; die Versuchstiere blieben gesund, wenn man ihnen auch die Kleie mit den Wandstoffen des Samenkorns mitfütterte. Hühner gingen bei derselben einseitigen Ernährung innerhalb zwanzig Tagen, Mäuse spätestens am zwölften Tage zu Grunde. Da nun beim feinen Ausmahlen des Weizens der Keimling in die Kleie geht, beim Roggen aber im Mehl bleibt, so ist in diesem Fall der geheimnisvolle Stoff, der über Leben und Tod entscheidet, im Keimling des Samenkorns zu suchen.

2. Der Skorbut (Scharbock). Eine andere augenscheinlich mit einseitiger und unnatürlicher Ernährungsweise zusammenhängende Krankheit ist der

¹ W. Stepp, Die Naturwissenschaften 9 (1927) 217.

Skorbut oder Scharbock. Er tritt überall da beim Menschen auf, wo die Nahrung lange Zeit mehr oder weniger ausschließlich aus getrockneten, geräucherten, oder sonstwie durch Kochen und Sterilisieren vorbehandelten Nahrungstoffen besteht, wo also frisches Fleisch und besonders frische pflanzliche Nahrung fehlt. Der Skorbut ist die Krankheit der Menschen in hohen Breitegraden mit den endlosen Wintern ohne Vegetation, der Seeleute, der Forschungsreisenden, in belagerten Städten, der Heere im Felde. Leichtere Fälle finden sich auch stets in den Großstädten, wo die Menschen schon der bequemerem Zubereitung der Mahlzeiten halber von Konserven, sterilisierter Milch und sterilisierten Gemüsen leben. Daß frische Gemüse und Früchte, besonders Zitronen und Orangen, den Skorbut verhüten oder heilen, war schon lange aus der Erfahrung bekannt. So wurde denn auch im Jahre 1796 das Mitführen von Zitronen bzw. Zitronensaft in der englischen Marine allgemein vorgeschrieben. Diese Erkenntnis verdankte man neben gelegentlichen Erfahrungen wohl der ausgeprägten Gier der Kranken nach frischer Nahrung, besonders frischer Pflanzenkost.

Die Krankheit beginnt mit Abmagerung, Müdigkeit, Schlassucht, Neigung zum Weinen; die Haut wird welk und trocken; in den Gelenken, namentlich der Beine, treten Schmerzen auf. In den Anfangsstadien kann der Skorbut leicht mit andern Krankheiten, bei Kindern besonders mit der Rachitis verwechselt werden. Bald zeigen sich jedoch die typischen Kennzeichen des Skorbuts, die Neigung zu Blutungen, die schwer zu stillen sind, die Bildung leicht eiternder Blutgeschwüre, an erster Stelle am Zahnfleisch. Die Zähne lockern sich, so daß man sie schließlich mit den Fingern herausziehen kann; Knochen und Knorpel der Gelenke werden brüchig und trocknen ein, so daß dauernde Steifheit zurückbleiben kann.

Bei den Versuchen, den wirksamen Stoff aus den Gemüsen und Früchten zu isolieren, suchte man zunächst genauer sein Vorkommen in den verschiedenen Nahrungsmitteln festzustellen. Man kann wohl sagen, daß man alle gebräuchlichen oder von der Natur vorgebildeten Nahrungsmittel (Muttermilch) auf ihren Gehalt an dem Antiskorbutikum untersucht hat. Im Saft der Zitronen und Orangen ist er reichlich vorhanden, ebenso in den Pflirschen, Erdbeeren, Himbeeren, Tomaten, Gurken. Unter den Gemüsen sind es besonders der Spinat, Zwiebeln, Grünkohl und die Rüben, die den Skorbut heilen oder verhüten. Als ein ideales Mittel gilt ein Salat aus rohen Zwiebeln und geschabten rohen Kartoffeln mit etwas Gärungssessig angemacht.

Ob frisches Fleisch allein den Skorbut verhüten kann, scheint noch zweifelhaft zu sein; man müßte, um die Versuchsergebnisse eindeutig zu machen, von der Verfütterung wirksamer Organe, wie z. B. der Leber und der Beigabe anderer Nahrungstoffe absehen. Allerdings blieb der Polarforscher Amundsen vom Skorbut dadurch frei, daß er seine Konservenkost durch reichlichen Genuß von frischem Robbenfleisch ergänzte. Man nimmt an, daß er das Fleisch in großen Mengen zu sich nahm, wodurch das in Spuren in jedem frischen Fleisch vorhandene Antiskorbutikum das nötige Mengenverhältnis erreichte.

Das Antiskorbutikum ist, wie aus dem Gesagten erhellt, in den wässerigen Frucht- und Blattsaften enthalten. Man ging deshalb von alters her darauf aus, diese Säfte, die ja viel leichter aufzubewahren und mitzunehmen sind, er-

haltungsfähig zu machen. Genaue Untersuchungen haben nun gezeigt, daß bei der üblichen Zubereitung der Fruchtsäfte die Wirksamkeit derselben ganz oder zum größten Teil verloren geht. Der Stoff ist nämlich gegen Erhitzung, namentlich bei hinzukommendem Sauerstoff (Luftzutritt), äußerst empfindlich. Bei der üblichen kühngemäßen Zubereitung unserer Gemüse, wie Weißkraut, Rüben, Kartoffeln, wird die Wirksamkeit fast ganz vernichtet, ebenso bei dem üblichen Einmachverfahren der Fruchtsäfte und dem Sterilisieren der Milch. Sterilisierte Milch verursacht häufig bei Kindern das Auftreten von Skorbut. Da man aus andern Gründen auf das Sterilisieren artfremder Milch, z. B. Kuhmilch, bei der Ernährung menschlicher Säuglinge nicht verzichten wollen, kann man durch einfachen Zusatz von Obst- oder Salatsaft den Schaden gutmachen. So gehen die Ärzte ja auch schon vielfach voran und verhindern dadurch den Ausbruch der berüchtigten Barlow'schen Krankheit, die weiter nichts ist als eine Form des Skorbuts bei Kindern. Was die Wissenschaft in unsern Tagen gefunden hat, soll in der Wallachei schon immer geschehen sein; dort gibt man Kindern, die nicht von der Mutter-, sondern mit Kuhmilch ernährt werden müssen, geschälte Mohrrüben in die Milch¹.

Noch schlimmer wirkt auf den Stoff das Trocknen bei hoher Temperatur ein; dagegen schadet schnelles Trocknen bei niedriger Temperatur, z. B. Zimmerwärme, wenig.

Aus dem Gesagten folgt, daß man beim Einmachen der Früchte Erwärmung und Luftzutritt möglichst vermeiden muß. Ragnar Berg denkt sich die Sache ungefähr so: „Neben Zitronen und Apfelsinen spielen besonders die Tomaten heutzutage eine wichtige Rolle als skorbutverhinderndes Mittel. Tomaten in Dosen spielen schon seit langer Zeit eine wichtige Rolle als Nahrungsmittel in Nordamerika, und auch hier in Deutschland fängt man mehr und mehr an, den Wert dieser vorzüglichen Frucht zu verstehen.“ Dann zeigt er, wie bei der gewöhnlichen Einmachmethode die anfänglich noch ziemlich große Wirksamkeit gegen Skorbut allmählich, namentlich in Metallbüchsen, verloren geht. — „Auch hier würde man mit Sicherheit ein viel besseres Resultat erhalten, wenn man nach einem alten Vorschlag die Tomaten einfach in Wasser einlegt und nicht sterilisierte, sondern fest verschlössen. Vielleicht würde man dabei mit Vorteil die Gläser evakuieren; in den Handel kommt ja jetzt eine kleine Luftpumpe, der Hermetisator, mit dessen Hilfe es möglich ist, im Laufe von wenigen Sekunden die gefüllten Einmachgläser so luftleer zu machen, daß nicht einmal Schimmelpilze mehr gedeihen können. Bei Anwendung dieses Hermetisators würde man vielleicht auch auf die Beigabe von Wasser vollständig verzichten und die Tomaten einfach so unter Luftleere aufheben können.“

Auch getrocknete Gemüse oder Früchte müssen unter Luftabschluß gehalten werden, z. B. getrocknete Pfirsiche.

Schließlich ist noch zu beachten, daß in lichtarmen Jahren die Früchte überhaupt wenig Antiskorbutikum enthalten, und daß es nur in den jüngsten Früchten, Gemüse und Wurzeln in nennenswerter Menge gefunden wird. Solche ungenügend ausgereifte Früchte verlieren schon allein durch das Altern jede Wirksamkeit.

¹ Rah n, Das Leben des Menschen III 200.

3. Die Rachitis (Rhachitis). Die Rachitis (auch englische Krankheit genannt) ist eine Krankheit, die alle Kinder in den ersten fünf bis sechs Jahren ihres Lebens, besonders in der gemäßigten nördlichen Zone, bedroht. Neben allgemeiner Erweichung oder Porosität der Knochen, sind eine Reihe von Verkrümmungen und Mißbildungen der Knochen für die typische Rachitis kennzeichnend. Das Rückgrat und besonders auch die Beinknochen zeigen sie am meisten. Der Brustkorb wird seitlich abgeplattet, das Brustbein tritt stark hervor (Hühnerbrust), das Becken ist verengt, die Knorpelansätze an den Knochen zeigen Verdickungen, die Knochennähte des Schädels verwachsen langsam, das Hinterhauptbein bleibt weich.

Die Krankheit zeigt sich immer da, wo in der Nahrung Kalk und Phosphor in ungenügender Menge gereicht werden und wo das Licht fehlt; sie ist ein Übel, das mit Vorliebe im Dunkel gedeiht. Daß das Licht eine große Rolle bei der Entstehung bzw. Heilung der Krankheit spielt, zeigten Versuche an Tieren aufs deutlichste. Wurden nämlich die Versuchstiere im Halbdunkel oder Dunkel gehalten, so wurden sie rachitisch auch bei hinreichender Zufuhr von Kalk- und Phosphorsalzen. Wurden die Tiere aber im April vier bis fünf mal der Sonne ausgesetzt, so blieb die Krankheit aus, auch bei niederem Gehalt von Kalk und Phosphor. Man erkannte auch bald, daß es die kurzwelligen, also auch leicht absorbierbaren, ultravioletten Strahlen des Sonnenlichts sind, die verhütend oder heilend wirken; denn schon wollene oder baumwollene Kleidung, ebenso Fensterglas genügen, um die Wirkung der Strahlung abzuschwächen oder ganz zu vernichten; es sind also die leicht absorbierbaren, also kurzwelligen ultravioletten Strahlen, die wirksam sind. Man verwendet deshalb statt des Sonnenlichts jetzt gewöhnlich das Licht der Quarzlampe, deren ultraviolettes Licht, während zweier Minuten angewendet dieselbe Wirkung hat, wie die Bestrahlung im vollen Sonnenlicht während fünfzehn Minuten. Die Behandlung mit Sonnenlicht ist nur in den Sommermonaten oder in höheren Lagen voll wirksam; allerdings bringt die Sonnenbehandlung andere sehr günstige Umstände mit sich, den Aufenthalt in frischer anregender Luft und die angenehme, heilende Erwärmung.

Die bloße Erfahrung hatte auch schon einige Heilmittel kennen gelehrt, nämlich Fettstoffe, die in unsern Nahrungsmitteln enthalten sind, in besonders hohem Grad im Lebertran, der als das klassische Heilmittel der Rachitis betrachtet wurde.

Die Erkenntnis, daß das heilende „Etwas“ in den Fetten zu suchen und daß das ultraviolette Licht so wirkungsvoll bei der Heilung beteiligt ist, haben die Forschung auf den Weg geführt, der zur genauen Feststellung des wirksamen Stoffes, des ersten der rätselhaften „Vitamine“, führte.

4. Noch zwei andere Krankheiten oder Krankheitsgruppen zählt man zu den Ernährungserkrankungen (im Gegensatz zu Infektions-, Vergiftungs- und Verletzungs Krankheiten), das Pellagra (italienische Rose) und die Neden-Krankheiten (Hautwassersucht, wässerige Geschwulstkrankheiten). Doch ist bei diesen die Zurückführung auf den Ausfall eines ganz bestimmten Einzelstoffes nicht so eindeutig wie bei den vorher besprochenen.

Pellagra ist eine langsam verlaufende Krankheit, die besonders in den Balkanländern (namentlich Rumänien), Italien, Südfrankreich, also in Län-

dern, wo viel Maisnahrung genossen wird, auftritt. Die Krankheit beginnt auch hier wiederum mit allgemeiner Schwäche, Abmagerung, Schwindel und Unsicherheit im Gang, Mangel an Ekstase. Dann zeigen sich mehr die der Pellagra eigentümlichen Symptome, psychische Schädigungen und große Empfindlichkeit gegen das Licht, besonders gegen direkte Sonnenbestrahlung; an den unbekleideten Körperteilen zeigen sich Rötungen (Erytheme); die Nervenstörungen offenbaren sich in Zuckungen, Krämpfen, Melancholie und wirklichem Irresein. Als Ursachen kommen in Betracht der Mangel an Eiweißen im Maismehl, wohl auch einige dem Mais eigentümliche Stoffe, die für den Menschen Gift sind. Auf den Ausfall eines bestimmten Einzelstoffes von der Art der Vitamine lassen manche Anzeichen schließen, die der Skorbutkranke zeigt, und der Umstand, daß gerade jene Organe, die entweder in sich viele Cholesterine als Baustoffe enthalten oder den Cholesterinstoffwechsel regeln, nämlich Gehirn, Leber und Nebenniere, besonders verkümmern oder zerfallen. Cholesterin ist aber zusammen mit dem Licht, bei der Heilung und Verhütung der Rachitis ausschlaggebend beteiligt, wie wir weiter unten sehen werden.

Viel unklarer noch liegen einstweilen die Verhältnisse bei den Dedemen. Wie der Name Wassersucht andeutet, ist den Dedemen eine Ansammlung von wässerigem Blutserum in den Geweben und in den verschiedenen Hohlräumen (wie Gelenkkapseln, Kopf-, Bauch- und Brusthöhle, Herzbeutel) gemeinsam. Daß es sich um eine eigene Ernährungskrankheit handeln kann, schließt man besonders aus dem Auftreten des sog. Hungerödems bei uns in Deutschland zur Zeit unseres größten Nahrungsmangels, z. B. im Jahre 1917. Da fehlten vor allem Fette, hochwertige Fleisch- und Milcheweisse, frische Kartoffeln und Gemüse. Man kann also weiter schließen, daß Mangel an dem Antiskorbutikum und dem Antiberiberi wenigstens zum größten Teil dieses Hungerödems verursacht.

II. Die chemische Natur der Vitamine, ihre Wirkungsweise und Benennung.

1. Die chemische Beschaffenheit. Die Versuche, den bei der Heilung und Verhütung der Beriberi-Krankheit wirksamen Stoff zu isolieren, wurden sofort nach Feststellung seines Vorkommens begonnen. Dabei benützte man die ausgearbeiteten Methoden, um zunächst schon anderweitig bekannte Stoffe aus dem Kleiegemisch zu entfernen. Ob man in dem Rückstand, der jeweils verblieb, überhaupt den wirksamen Stoff noch hatte, mußte in jedem Einzelfall der mit kranken Tieren angestellte Versuch beweisen. Auf diese mühsame Art wurde von vielen Forschern der Stoff gesucht, bis ihn schließlich Funk als eine stickstoffhaltige sog. organische Base, als ein Amin, feststellte. Ob aber die wirksame Substanz ein einziger Körper ist, oder ein Gemenge, steht noch nicht einwandfrei fest.

Den antiskorbutischen Stoff wollen einige französische Forscher gefunden haben. Agopian (in Paris) und Bezssonoff. Der letztere erhielt aus Weißkraut einen Extrakt, der den Stickstoffgehalt von 2,65% aufwies, außerdem noch 33% reduzierenden Zucker, 19–20% nichtreduzierenden Zucker sowie 7,5% Asche enthielt. Aus 100 ccm Weißkrautsaft wurden etwa 2,5 g eines gelblichweißen, stark wasseranziehenden Pulvers gewonnen, das frei von

Fett und Eiweiß ist. 0,1 g davon genügen, um Meerschweinchen vor Skorbut zu schützen. Nachprüfungen haben dieses Gemisch noch mehr gereinigt; man erhielt schließlich einen sehr leicht im Wasser löslichen Stoff, der stickstofffrei, also auch kein Amin ist (das ja Stickstoff enthält).

Vielleicht wird einmal folgende Beobachtung zur Feststellung der chemischen Natur des Antiskorbutikums beitragen. „Wir haben schon erwähnt, sagt Berg (S. 408 f.), daß beim Keimen von Samen der Gehalt an C (Bezeichnung für unsern Stoff), der sonst zur Abwehr von Skorbut gänzlich ungenügend ist, mächtig ansteigt, so daß derartige gekeimte Samen nicht nur als alleinige Nahrung keinen Skorbut veranlassen, sondern auch als Zulage zu skorbuterzeugender Nahrung Skorbut sowohl verhindern als heilen können.... Der Sitz der antiskorbutischen Substanz ist dabei nicht in den Samen selbst, auch weniger in den ersten Wurzeln, sondern hauptsächlich in den Blättern zu suchen, und der Vorgang des Keimens an sich ruft keine Vermehrung des C-Gehaltes hervor. Erst wenn nach drei Tagen oder mehr die ersten Blätter erscheinen, erscheint auch die antiskorbutische Eigenschaft voll ausgebildet. Will man die ganzen gekeimten Samen als vorbeugendes Nahrungsmittel benutzen, so wartet man am besten, bis die Blätter etwa 1,5—2 cm groß geworden sind. Beim Trocknen der gekeimten Samen verschwindet das Antiskorbutikum wieder.“ Es scheint also, daß dieser Stoff vielleicht aus einer Vorstufe heraus unter dem Einfluß des Lichtes von den Pflanzen in den Blättern gebildet werden kann.

Mehr Erfolg hatte man bei dem Antirachitikum. Die physiologisch allerdings noch unwirksame Vorstufe dieses Stoffes ist in seiner chemischen Beschaffenheit bekannt; die wirksame Form kann aus diesem Grundstoff im Laboratorium durch Bestrahlung mit ultraviolettem Licht jederzeit dargestellt werden; und, wenn man Zeitungsnachrichten glauben darf, kann die Vorstufe (Provitamin) auch bereits synthetisch oder künstlich hergestellt werden. Wie ist man nun zu diesem Ergebnis gekommen?

Wir haben oben schon gesagt, daß sowohl Bestrahlung der Haut mit ultraviolettem Licht, wie gewisse Fettstoffe namentlich Lebertran als Nahrung gereicht, die Rachitis heilen können, wenn einige andere Bedingungen — namentlich hinreichende Mengen von Kalk und Phosphor vorhanden sind. Weitere Versuche an Tieren (Ratten) hatten gezeigt, daß auch die ultraviolette Bestrahlung der Nahrung allein genügen kann zur Heilung oder Verhütung der Rachitis. Man vermutete also, daß irgend ein Stoff, der sowohl in der Haut als in der Nahrung der Ratten enthalten ist, durch die Bestrahlung aus einem inaktiven (unwirksamen) Stoff zu einem Heilstoff wird. Ein solcher fettähnlicher (lipoider) Stoff ist das Cholesterin, von dem auch durch andere Versuche schon feststand, daß er, ultraviolett bestrahlt und als Nahrung gereicht, tatsächlich die Rachitis heilen kann. Also schloß man, daß das Cholesterin jene Vorstufe (Provitamin) ist, das man suchte. — Andere Versuche jedoch mit Cholesterin schienen dem wieder völlig zu widersprechen; es gibt nämlich Cholesterine, die trotz Bestrahlung völlig unwirksam blieben. Da sich nun ein einheitlicher chemischer Körper unmöglich bald so, bald anders verhalten kann, schloß man, daß einmal in dem Cholesterin noch ein besonderer Körper enthalten ist, der allein durch die Bestrahlung aktiviert wird, ein an-

deres Mal der nämliche Körper fehlt, weshalb natürlich auch nichts aktiviert werden kann. — Dem ist so! Dem Cholesterin ist tatsächlich ein anderer Stoff in ganz winzigen Mengen beigemischt, von dem bewiesen wurde, daß er sich wirklich im ultravioletten Licht verändert; er wird durchsichtiger für ein bestimmtes ultraviolettes Licht (er wird „ausgebleicht“). Es galt nun, jenen chemischen Körper aufzufinden, der im ultravioletten Licht in gleicher Weise ausgebleicht wird wie der rätselhafte Begleiter des Cholesterins. Dieser Stoff ist im Ergosterin der Hefe gefunden worden. Das Ergosterin ist also das gesuchte Provitamin (die „Vorstufe“), das durch Bestrahlung, sei es in der Haut, sei es in der Nahrung, zum wirksamen Heilstoff gegen die Rachitis wird. Tierversuche haben das völlig bestätigt. Denn Tagesdosen von nur 1/1000 Milligramm bestrahltem Ergosterin heilten die kranken Ratten. Von dem aktivierten Stoff kennt man bis jetzt nur das Absorptionsspektrum; was bei der Aktivierung chemisch vor sich geht, ist noch nicht bekannt. Wie auf vielen Umwegen Physiker, Chemiker und Biologen zu diesem Ergebnis kamen, hat Prof. Pohl aus Göttingen, der die physikalischen Untersuchungen leitete, in spannendster Form selbst geschildert¹.

Nach Zeitungsmeldungen² soll es den Chemikern des englischen Ernährungsamtes gelungen sein, den Stoff synthetisch darzustellen.

Das Ergosterin ist also auch jener Stoff, der in der Milch durch ultraviolette Bestrahlung in seine wirksame Form übergeführt wird. Daß bestrahlte Milch die Rachitis heilt oder verhindert, war schon bekannt. Nur hatte sie einen unangenehmen Geschmack, wie von verbrannten Haaren. Dr. Scholl (Bad Tölz) hat ein Verfahren erfunden, nach dem die Bestrahlung in Kohlen säureatmosphäre erfolgt, wodurch der natürliche Geschmack der Milch erhalten bleibt. Nach diesem Verfahren hergestellte Milch wirkt außerordentlich gut. In vier bis sechs Wochen wurden auch schwere Fälle ohne Anwendung weiterer Mittel geheilt. Es genügt, geringe Mengen bestrahlter Milch gewöhnlicher sterilisierter Milch zuzusetzen. Ratten, denen man täglich je 1/4 Tropfen (0,03 gr) solcher Milch reichte, wurden gesund!

Es ist wohl nur eine Frage der Zeit, daß man auch die andern Stoffe isolieren wird. Dann kann man die Schäden, die mit der Kulturküche verbunden sind, durch Beigabe von wirksamen Stoffen ausgleichen. So wird bereits die Margarine, bei deren Herstellung die Vitamine zerstört werden, durch Beigabe von bestrahltem Ergosterin der Butter angeglichen.

2. Wirkungsweise und Benennung der neu erkannten Stoffe. Die geschichtliche Entwicklung hat es mit sich gebracht, die wirksamen Stoffe als Heilstoffe bestimmter Krankheiten zu betrachten und nach dem zuerst isolierten, allgemein als „Amine“ aufzufassen, die man durch Beifügung der einzelnen Krankheiten noch näher bezeichnete als Antiberiberin, Antiskorbutikum, Antirachitikum. Diese Bezeichnung konnte, ebenso wie die reine Buchstabenbenennung der Amerikaner, Vitamin A, B, C, D, auch wenn man ihre Wasser- bzw. Fettlöslichkeit beifügte, auf die Dauer nicht befriedigen. Der Maßstab ist doch zu unbestimmt.

¹ Die Naturwissenschaften Heft 20 (1927) 433 ff.

² „Vossische Zeitung“ vom 10. Februar 1928.

So einfach nämlich die besondere physiologische Rolle der Vitamine zu sein scheint, wie z. B. beim Antirachitikum oder Antiskorbutikum, so können sie doch nur dann wirken, wenn eine ganze Reihe von Bedingungen erfüllt ist, wenn Eiweiße, Fette, Salze, Wasser usw. nicht nur in hinreichenden Mengen, sondern auch im richtigen gegenseitigen Verhältnis vorhanden sind, wenn ferner Luft und Licht ihre Wirksamkeit entfalten können. Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, so bleibt der Organismus auf jeden Fall krank, wenn auch gerade die den Vitaminen eigentümlichen Teilfunktionen weniger leiden. Das hat uns nämlich die Vitaminforschung wiederum recht deutlich gezeigt, daß auch die Nährstoffe zusammen eine Ganzheit bilden, in der jeder einzelne Stoff seine besondere Rolle nur dann in optimaler Weise erfüllen kann, wenn sämtliche Stoffe in einer bestimmten optimalen Weise vorhanden sind. Ein solches von der Natur selbst uns gebotenes optimales Gesamtgemisch ist für das Menschenkind die Milch der eigenen gesunden Mutter. Ähnlich harmonisch muß auch die Nahrung des Erwachsenen zusammengesetzt sein, wenn sie optimal wirken soll.

Fällt nun einmal ein notwendiger Stoff ganz aus und hängt von diesem einen Stoff eine leicht sich bemerkbar machende wichtige Grundfunktion ab, so kann natürlich kein Wachstum, keine Bildung funktionstüchtiger Keimzellen, keine Erhaltung des erwachsenen Körpers in leistungsfähigem Zustand erfolgen. Es wäre aber falsch, deshalb die betreffenden Stoffe einfach Wachstumsstoffe, Erhaltungstoffe oder gar Fortpflanzungsstoffe zu nennen, wie man es neuerdings tut. Denn ohne Eiweiß oder Salze würden diese Lebensfunktionen ebenso gehemmt oder unmöglich werden.

Wachstum, Erhaltung und Fortpflanzung sind vielleicht für den Naturphilosophen letzte Ganzheitswirkungen, aber sie sind noch keine physiologischen Elementarfunktionen des Lebens. Solche sind für den Abbau der Bau- und Betriebsstoffe etwa die Oxydation, die hydrolytischen und die Gärungsspaltungen und für den Aufbau und Ansaß die verschiedenen synthetischen Fähigkeiten des Organismus, d. h. die Fähigkeit, aus den art- und körperfremden Bausteinen der Nahrung art- und körpereigene Eiweiße, Fette usw. aufzubauen.

Diesen Weg gehen denn auch die neueren Forscher. Sie suchen durch Studium der Blutzusammensetzung, der Ausscheidungen, und wohl auch durch mikroskopische Untersuchung der Zellen, zunächst einmal die physiologische Grundfunktion festzustellen, die durch den Ausfall dieses oder jenes Stoffes geschädigt oder gänzlich gehemmt wird, z. B. die Oxydation, d. h. die Verbrennung der Nährstoffe. Der betreffende Stoff wird dann Atmungsstoff genannt, wenn man Atmung im Sinn von Oxydation nimmt. Wo man diese physiologische elementare Funktion noch nicht hinreichend kennt, mag man immerhin einstweilen von Wachstums- oder Fortpflanzungsstoffen reden; denn die Existenz eines bestimmten Einzelstoffes, der gerade den Ansaß der Baustoffe, also das Wachstum, ermöglicht, und ebenso eines andern bestimmten Einzelstoffes, der gerade die Ausbildung funktionstüchtiger Keimzellen bedingt, also die Fortpflanzung ermöglicht, wird mit Bestimmtheit behauptet.

Bei der Erforschung der elementaren physiologischen Funktionen wird man sich immer mehr jener Methoden bedienen müssen, die man bei der Züchtung

der sog. überlebenden Gewebe angewendet. Unter überlebenden Geweben versteht man solche aus einem lebenden Organismus entnommenen Organe, Organteile oder kleinste Gewebestückchen, die unter künstlich nachgeahmten Bedingungen ihr chemisch-physikalisches Geschehen so fortsetzen, als ob sie noch im Organismus sich befänden. Da kann man fortlaufend an einem und dem nämlichen Gegenstand den Einfluß von Sauerstoffentziehung, von einzelnen Salzlösungen, von Eiweißen, von Mischungs- und Konzentrationsverhältnissen unter wechselnden Bedingungen unmittelbar beobachten. Auf diese Weise ist es schon geglückt, die Zerfallerscheinungen, z. B. bei Sauerstoffmangel, also bei ungenügender Verbrennung der Nährstoffe, festzustellen; sie sind denjenigen sehr ähnlich, die bei genauer anatomischer Untersuchung in den Geweben von Beriberikranken sich zeigen. Ebenso kennt man eine Reihe von Bedingungen, die den Ansaß der Nährstoffe ermöglichen, verzögern oder beschleunigen.

Wie soll man nun diese Stoffe eigentlich benennen? Es sind zunächst Nährstoffe, d. h. lebensnotwendige Stoffe, die von außen dem tierischen und menschlichen Organismus zugeführt werden müssen, und zwar in letzter Linie von den Pflanzen; von Tieren nur, weil diese sie selbst wieder von Pflanzen erhalten haben. So weit wir wissen, kann sie der menschliche Organismus nicht selbst aus den Bausteinen anderer Nahrungsstoffe aufbauen; sie müssen fertig oder in einer geeigneten Vorstufe gereicht werden. Es wäre also das beste, sie einfach den bisher aufgezählten Gruppen von Nährstoffen anzureihen; aber da ist eine Schwierigkeit. Sie bilden nämlich ihrer chemischen Beschaffenheit nach keine einheitliche Gruppe wie etwa die Eiweiße, Kohlehydrate und Salze; nicht alle sind Amine, einige sind sicher stickstofffrei; die Amine aber sind stickstoffhaltige Körper. Man hat sie dann „Ergänzungsstoffe“ oder mit dem entsprechenden latinisierenden Namen *Kompletine* genannt und die entsprechenden Krankheiten Mangelkrankheiten bzw. *Akompletinosen*. Das Wort „Ergänzung“ deutet aber an, daß die andern Nährstoffe eigentlich die Hauptstoffe sind, die nur eine Ergänzung brauchen, um vollwertige Nahrung zu werden. Das ist gegen die Solidarität sämtlicher Nährstoffe. Wir werden deshalb eine befriedigende Benennung erst dann haben, wenn wir die Teilfunktionen kennen, deren Ausübung gerade von ihnen abhängt. Einstweilen möge man immerhin allgemein von Vitaminen reden oder von Ergänzungsstoffen, wenn man sich nur bewußt ist, daß es konventionelle Bezeichnungen sind.

Wir können das Ergebnis unserer Ausführungen in zwei Feststellungen zusammenfassen, einer mehr theoretischen und einer praktischen.

Die Vitaminforschung hat eine neue Bestätigung des Grundgesetzes der Ernährungswissenschaft gebracht, des sog. Minimumgesetzes. Es wird gewöhnlich in folgender Fassung ausgesprochen: „Die Entwicklung eines Lebewesens richtet sich jeweils nach dem verhältnismäßig in geringster Menge in der Nahrung dargebotenen Stoffe.“ Mit andern Worten, wenn auch nur ein einziger Nahrungsstoff, den der Organismus benötigt, unter ein bestimmtes Minimum fällt, so kann dieser Ausfall durch die Gesamtheit aller andern Nährstoffe nicht ausgeglichen werden; es stockt der ganze Betrieb. So haben die „kräftigsten“ eisernen Rationen der amerikanischen und englischen Soldaten im Weltkrieg den Ausbruch von Skorbut nicht verhindern können, trotz des „kräftigsten und

reinften“ Weizenbrot und der kräftigsten Fleischkonserven. Es fehlten eben die unscheinbaren „Ergänzungstoffe“.

Auf der andern Seite muß man sich aber auch davor hüten, die Bedeutung der Vitamine zu übertreiben. Denn, wenn die Eiweiße oder Kohlehydrate oder die anorganischen Salze, ja auch nur ein einziges Salz oder ein einziges Kohlehydrat unter sein Minimum fällt, erkrankt der Organismus ebenso gewiß, wenn die Krankheit vielleicht auch nicht immer so klar isoliert heraustritt wie bei den Vitaminen.

Wie in unsern Tagen überall von Vitaminen gesprochen wird, so früher von den Eiweißen, als man deren Bedeutung für den Aufbau der Körper klarer erkannte: da war das Eiweiß der Nahrungstoff, und das große Schlagwort hieß „Liebig's Fleischextrakt“. Als die Physiologen wieder etwas später die Bedeutung der Stärke und der Zucker für den Energiebetrieb des Lebens erkannt hatten, wurden bei allen Speisen die Kalorienmengen beigefügt, das Eiweiß trat zurück. Dann kam die Einsicht in die große Bedeutung der Salze, und unzählige Salzpräparate, die meisten mit geschützten Namen, kamen über das Publikum; die Kalorienberechnung galt als veraltet. Jetzt erleben wir dasselbe mit den Ergänzungstoffen. — Die praktische Schlussfolgerung wollen wir mit Bergs Worten wiedergeben. „Iß fünf- bis siebenmal soviel Kartoffeln, Gemüse und Früchte wie all die andern Nahrungsmittel zusammen! Und da viele Ergänzungstoffe durch die Zubereitung zerstört werden, weiter: Stelle jeden Tag etwas frische, rohe Nahrungsmittel, seien es Früchte, Gemüse oder Salate, zu jeder Mahlzeit auf den Tisch!“ Es hat sich eben gezeigt, daß die von der Natur uns gebotenen Nahrungsmittel nicht jede beliebige technische Kulturbehandlung vertragen, sondern wenigstens zum Teil so genossen werden müssen, wie sie vorliegen.

Karl Frank S. J.