



Vitamine

Melanie Dürschinger, SS 02; Alexandra Bauer, SS 10; Helena Hermann, SS 15; Sabrina Zeitler; Kerime Merve Avsar, SS 16; Marvin Drechsel SS 23

Gliederung

1	Heutige Definition und Einteilung der Vitamine	4
2	Historisches	5
2.1	Ursprung des Begriffs „Vitamin“	5
2.2	Entdeckung der Vitamine	5
2.3	Bezeichnungen	6
3	Klassifizierung	8
3.1	Fettlösliche Vitamine	8
3.1.1	Vitamin A1:.....	8
3.1.2	Vitamin D2:	8
3.1.3	Vitamin E:	8
3.1.4	Vitamin K:	9
3.2	Wasserlösliche Vitamine	9
3.2.1	Thiamin – Vitamin B ₁	11
3.2.2	Riboflavin – Vitamin B ₂	12
3.2.3	Nicotinsäureamid und Niacin – Vitamin B ₃	13
3.2.4	Pyridoxal, Pyridoxamin, Pyridoxin – Vitamin B ₆	13
3.2.5	Biotin – Vitamin B ₇	14
3.2.6	Ascorbinsäure- Vitamin C	15
4	Vitamin-Tabletten als Nahrungsergänzung	21

Einstieg 1: Eltern und Großeltern bestehen gerne darauf, dass der Nachwuchs viel Obst isst. Dabei greift man als Kind doch viel lieber zur Schokolade oder bunten Gummibärchen. Doch die Eltern pflegen dann zu sagen: „Süßigkeiten haben doch keine Vitamine. Vitamine braucht der Körper, damit er gesund und widerstandsfähig bleibt. Nur wenn du Vitamine zu dir nimmst, bist du fit und leistungsfähig in der Schule.“ Doch das allein reicht als Argument oft nicht aus, um den Kindern Obst schmackhaft zu machen. Dennoch ist heutzutage Vitamin-Mangel in den westlichen Industrie-Nationen sehr selten und eher auf Fehl-Funktionen im Körper der Betroffenen zurück zu führen.



Abb. 1: frisches Obst hilft uns gesund zu bleiben

Einstieg 2: Inuit in der Arktis

Die Inuit in der Arktis, Rentier-Nomaden in der russischen Tundra, Kamel-Hirten in Kenia und Wander-Völker in den Wüsten Afrikas verbindet eine Gemeinsamkeit: In ihrem Lebensraum scheint weit und breit keine Vitamin-Quelle in Sicht. Lange Jahre war es den Fach-Leuten ein Rätsel, warum beispielsweise die Inuit nicht unter Mangel-Erkrankungen leiden, wenn sie sich ausschließlich auf traditionelle Weise ernähren. Denn bei den traditionell lebenden Inuit steht fast nur eins auf dem Speise-Plan: Fleisch. Wie sich die Inuit ohne Obst und Gemüse ausreichend mit Vitaminen versorgen konnten ist u.a. Thema des Beitrages.

Einstieg 3: Experiment zur Löslichkeit von Vitaminen

Experiment: Ein Stück Karotte und ein Stück Brokkoli werden klein geschnitten und jeweils in einem Reagenzglas mit Nussöl vermischt. Anschließend wird kräftig geschüttelt. Das Öl mit der Karotte färbt sich orange, das Öl mit den Brokkoli verfärbt sich nicht. Die orangene Färbung ist auf Vitamine zurückzuführen... enthält Brokkoli also keine Vitamine?

Einstieg 4: „Skorbut – Die Geißel der Seefahrt“

Vor vielen Jahren während der Zeit der großen Seefahrer war der Beruf des Seemanns kein Zucker-Schlecken. Denn neben der dauernden Bedrohung von Krieg und Piraten hatten die Seemänner vor allem mit einer mysteriösen und rätselhaften Krankheit zu kämpfen, die ganze Schiffsbesatzungen dahinraffte: Skorbut oder auch zu Deutsch: Scharbock. Wie damals üblich bestand die Haupt-Nahrung der Seeleute aus einer Mischung von Pökelfleisch, Bohnen und Keksen. Diese einseitige Ernährung führte jedoch dazu, dass die Besatzung schon bald krank wurde. Die ersten Symptome zeigte sich in starker Müdigkeit, körperlicher Schwäche und einer verstärkten Anfälligkeit gegenüber Infektionskrankheiten. Im weiteren Verlauf traten Zahnfleisch-Blutungen mit folgendem Zahn-Ausfall, Gelenk-Schwellungen und Blutungen in der Haut und in der Bauch-Höhle auf. Letztlich kam es zu Herzschwäche, die zum Tode führte. Im Jahre 1752 machte sich der britische Marine-Arzt Dr. James Lind daran herauszufinden, mit welchen Nahrungsmitteln man der „Geißel der Seefahrt“ Einhalt gebieten konnte. Lind verabreichte zwölf an Skorbut erkrankten Personen ein Basis-Kost, die mit verschiedenen Substanzen kombiniert wurde. Je zwei Personen erhielten Apfel-Wein, verdünnte Schwefelsäure, Essig, Meerwasser, Orangen und Zitronen oder eine Patent-Medizin zum Spülen des Gaumens. Lind fiel auf, dass bei denjenigen Personen, welche die Zitrusfrüchte erhalten hatten, die

Symptome zurückgingen. In der Folgezeit erwiesen sich auch frische Kartoffeln, Sauerkraut sowie verschiedene Kräuter wie z. B. Scharbockskraut als wirksam gegen Skorbut. Doch erst im Jahre 1928 gelang es erstmalig diesen sich in Zitrusfrüchten befindlichen, rettenden Stoff zu isolieren. Viele weitere Jahre sollte es noch dauern, bis man erkannte, dass es sich bei der entdeckten Substanz um ein Vitamin, genauer gesagt um das Vitamin C, handelte. [5]

Einstieg 5: Symptome von Skorbut (aus einem Logbuch von Jaques Cartier, 1541/ 42):

"...Einige verloren all ihre Kraft und konnten nicht mehr auf den Füßen stehen. Dann schwellen ihre Beine. Ihre Muskeln wurden schwarz wie Kohle. Andere hatten ihre Haut gefleckt mit blutigen Stellen von purpurner Farbe. ... Ihre Münder wurden stinkend. Ihr Zahnfleisch wurde so faul, dass alles Fleisch bis zu den Wurzeln der Zähne abfiel und diese beinahe alle ausfielen..."

Diese Krankheit war früher bei See-Fahrern berüchtigt. Es handelt sich um Skorbut, ausgelöst durch einen Mangel an Vitamin C, das deshalb auch Ascorbinsäure (Anti-Skorbut) genannt wird.

1912 prägte der polnische Forscher Casimir Funk den Begriff „Vital-amine“ oder „Vitamine“ („vita“ = lebensnotwendig, „amin“ = stickstoffhaltig). Die Bezeichnung bezog sich zunächst auf das als „lebensnotwendiges Amin“ erkannte Thiamin (Vitamin B₁) und wurde später auf alle Verbindungen ähnlicher Bedeutung ausgedehnt. Der Begriff hat heute einen wesentlich erweiterten Inhalt, da viele Vitamine keine Stickstoffe enthalten:

Vitamine sind organische Substanzen, die zur Aufrechterhaltung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit des menschlichen Organismus notwendig sind und mit der Nahrung zugeführt werden müssen.

Es genügen wenige mg, um den Tages-Bedarf zu decken. Jedes einzelne der Vitamine erfüllt bestimmte Aufgaben, die von einem anderen Vitamin nicht in gleicher Weise ausgeübt werden können.

Ascorbinsäure kommt nicht in Mikro-Organismen vor und wird von ihnen nicht benötigt. Der Mensch, Affen, Meerschweinchen, Fledermaus, gewisse Vögel, Fische und Insekten können Vitamin C selbst nicht synthetisieren (genetisch bedingter Ausfall des Enzyms L-Gulonolacton-Oxidase, die den letzten Schritt oxidiert). Sie sind auf Zufuhr angewiesen. Möglicherweise konnten ursprünglich alle Tiere Ascorbinsäure herstellen, aber einige Arten haben diese Fähigkeit durch eine Mutation verloren. Man spricht deshalb von Defekt-Mutanten.

Dauernder Entzug von Ascorbinsäure führt beim Menschen nach 3 bis 4 Monaten, nachdem seine eigenen Reserven (v. a. in Neben-Nieren und Leber) verbraucht sind, zum Tod. Meerschweinchen sterben schon nach 20 Tagen.

1 Heutige Definition und Einteilung der Vitamine

Heute werden Vitamine definiert als organische Verbindungen, die im menschlichen (und tierischen) Organismus lebenswichtige Funktionen besitzen und die nicht oder nur in unzureichender Menge vom Körper selbst synthetisiert werden können. Vitamine sind essentielle Wirkstoffe, d. h. sie sind zur Aufrechterhaltung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit des menschlichen Organismus lebensnotwendig.

Vitamine übernehmen im Stoffwechsel v. a. katalytische oder steuernde Funktionen. Ihre Aufgabe besteht in der Regulation der Verwertung der Nährstoffe, also der Kohlehydrate, Fette, Eiweiße und Mineralstoffe. Zudem erfüllt jedes einzelne Vitamin bestimmte Aufgaben, die von einem anderen Vitamin nicht in gleicher Weise ausgeübt werden können. Dadurch unterscheiden sich die einzelnen Vitamine auch hinsichtlich ihrer verschiedenartigen Wirkungsweisen: Manche stellen Coenzyme dar, andere greifen in die Regulation des Stoffwechsels ein oder sind Hormone.

Der Mensch ist aufgrund dieser lebenswichtigen Aufgaben der Vitamine darauf angewiesen, Vitamine oder Verbindungen, aus denen sie gebildet werden können (Provitamine), mit der Nahrung regelmäßig aufzunehmen. Der tägliche Bedarf an Vitaminen ist sehr unterschiedlich und steigt bei Krankheit, Stress und während der Schwangerschaft an. Jedoch liegt die benötigte Menge im Bereich von wenigen mg, z. B. benötigt der menschliche Körper täglich 75 mg Vitamin C aber nur ca. 2 mg an Vitamin A. die Empfehlungen variieren sehr stark: z. B. empfiehlt die DGS (Deutsche Gesellschaft für Ernährung) täglich 100 mg an Vitamin C zu sich zu nehmen, die WHO empfiehlt dagegen nur 30 mg.

Übrigens zerstört eine Zigarette 30 mg Vitamin C und ein 20-minütiger Beziehungskrach verbraucht 300 mg Vitamin C. [6]

Vorkommen von Vitaminen:



Abb. 2: Diverses Obst [15]

Vitamin C-Gehalt verschiedener Gemüse-Sorten:

- Scharbockskraut (Wild-Gemüse): 131 mg / 100 g essbarem Anteil
- Gänseblümchen (Wild-Gemüse): 87 mg / 100 g essbarem Anteil
- Kopfsalat (Kultur-Gemüse): 13 mg / 100 g essbarem Anteil [7]

Vitamine werden in fett- und wasserlösliche Vitamine unterteilt. Zu den fettlöslichen Vitaminen gehören die Vitamin-Gruppen **A**, **D**, **E** und **K**. Zu den wasserlöslichen Vitaminen werden die acht Vitamine des B-Komplexes gerechnet, Vitamin **B1**, **B2**, **B6**, **B12**, **Niacin**, **Pantothensäure**, **Folsäure** und **Biotin** und schließlich das **Vitamin C**. Man unterscheidet heute 13 Vitamin-Gruppen, von denen jedoch zwei nicht im strengem Sinne essentiell sind nämlich Vitamin D und Niacin. Der Grund dafür ist, dass Stoffe mit Vitamin D- und Niacin-Eigenschaften vom Körper unter bestimmten Umständen synthetisiert werden können. Cholecalciferol (Vitamin D3) kann in der Haut des Menschen unter Einwirkung von Sonnenlicht aus 7-Dehydrocholesterin, einen biologischen Derivat des Cholesterins

entstehen. Und Nicotinsäure kann beim Abbau des Tryptophans, einer essentiellen AS, gebildet werden. Jedoch werden die Gruppen trotzdem den Vitaminen zugerechnet, da im Falle des Vitamin D z. B. bei Kleinkindern eine genügend lange Einwirkung von Sonnenlicht selten gewährleistet ist und im Falle von Niacin nicht genügend Tryptophan mit der Nahrung aufgenommen werden kann, um den Niacin Bedarf völlig zu decken.

Laut schwedischen Forschern verringert sich bei Frauen bei einer überhöhten Zufuhr von Vitamin A die Knochen-Dichte. Bei einer Einnahme von mehr als 0,8 mg Vitamin A pro Tag soll das Hüftfraktur-Risiko um 68% ansteigen. [7]

2 Historisches

2.1 Ursprung des Begriffs „Vitamin“

Der polnische Biochemiker Casimir Funk (1884 – 1967) beschäftigte sich 1912 intensiv mit der Isolierung des Wirkstoffes gegen die Vitaminmangel-Krankheit Beri-Beri, eine bis dahin unerklärliche neue Krankheit, die in Japan grassierte. Sie ging mit Lähmungen und Kräfte-Verfall einher. Man bemerkte, dass diese Krankheit erst auftrat, nachdem in diesen Ländern europäische Reisschäl-Maschinen eingeführt worden waren. Funk vermutete, dass es sich um eine Mangel-Krankheit handelte und isolierte aus Reis-Kleie einen Stoff, der die Mangel-Krankheit heilen konnte. Die Analyse der Verbindung zeigte, dass es sich um eine stickstoffhaltige Verbindung, ein Amin handelte. Funk hatte das Thiamin, heute unter der Bezeichnung Vitamin B1 bekannt, entdeckt. Aufgrund dieser Befunde schlug Funk für diese Mangel-Stoffe den Namen Vitamin, ein Kunstwort, gebildet aus dem lateinischen vita (la. Leben) und Amin, vor. Er nahm an, dass alle diese lebensnotwendigen, essentiellen Stoffe eine NH₂-Gruppe enthielten. Weitere Untersuchungen zeigten aber, dass bei weitem nicht alle Vitamine Amine sind oder sonstige basische Stickstoff-Atome enthalten. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Vitamin A, ein stickstofffreier, ungesättigter Alkohol. (Im Englischen änderte man die ursprüngliche Bezeichnung „vitamines“ in „vitamins“ ab, als sich herausstellte, dass nicht alle Faktoren Amine waren.)

2.2 Entdeckung der Vitamine

Durch die Vermutung, dass es sich bei diversen Krankheiten wie Skorbut, Beri-Beri und Rachitis um ernährungsbedingte Erkrankungen handelte, versuchte man diese Krankheiten durch Zufuhr entsprechender Nahrungsmittel zu bekämpfen. Diese Hypothese wurde in Tier-Versuchen untersucht und man fand heraus, dass die Krankheiten durch das Fehlen jeweils verschiedener Nahrungssubstanzen verursacht werden. Daraufhin versuchte man wiederum anhand von Tier-Versuchen herauszufinden, welche die essentiellen Nahrungsbestandteile sind. Nachdem man diese gefunden hatte, konnte man aus diesen die jeweiligen Vitamine isolieren.

Tabelle 1: Überblick zu den Entdeckungen einzelner Vitamine.

Vitamine	Entdeckung	erste Isolierung aus	Struktur-Aufklärung
Vitamin A	1909	Fischleber-Öl	1931
Vitamin B1	1912	Reis-Kleie	1936
Vitamin C	1912	Zitrone	1933
Vitamin D	1918	Fischleber-Öl	1936
Vitamin B2	1920	Eier	1935
Vitamin E	1922	Weizenkeim-Öl	1938
Vitamin B12	1926	Leber	1956
Vitamin K	1929	Luzerne	1939
Pantothensäure	1931	Leber	1940
Biotin	1931	Leber	1942
Vitamin B6	1934	Reis-Kleie	1938
Niacin	1936	Leber	1937
Folsäure	1941	Leber	1946

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden die 13 „essentiellen“ Vitamine entdeckt und auch isoliert. Die Struktur-Aufklärung erfolgte kurze Zeit später.

2.3 Bezeichnungen

Zunächst kannte man von den Vitaminen nichts anderes als ihre Fähigkeit, gewisse Krankheiten zu verhindern und zu heilen. Der amerikanische Biochemiker Elmer Vernon McCollum führte im Jahre 1913 ihre Bezeichnung mit großen Buchstaben des Alphabets ein, so dass es ein Vitamin A, Vitamin B, Vitamin C und Vitamin D gab. Schließlich kamen noch die Vitamine E und K hinzu. Es stellt sich heraus, dass eine Vitamin B enthaltende Nahrung in Wahrheit mehr als einen Faktor enthielt, der mehrere Symptom-Gruppen ausschalten konnte. Die Biologen begannen von Vitamin B1, Vitamin B2 und so weiter zu sprechen. Die Bezeichnungen der Vitamine mit Buchstaben werden auch heute noch benutzt, jedoch meist als Gruppen-Bezeichnungen. Nachdem die chemischen Strukturen der Vitamine bekannt waren, wurden dann auch Trivial-Namen, oft mehrere für eine Substanz, eingeführt. viele sind heute nicht mehr gebräuchlich. Nicht alle der ursprünglichen Isolierungen erwiesen sich später als einheitliche Substanzen, daher gibt es Lücken in der Buchstaben-Reihe. Früher wurden die Vitamine auch gelegentlich Nutramine, Komplettine, Ergänzungsstoffe, akzessorische Nährstoffe genannt, wie die chemisch reinen Eiweiße, Fette und Kohlehydrate erst durch das Hinzukommen von Vitaminen (und von Mineralstoffen) zu vollwertigen Nährstoffen „ergänzt“ werden, doch sind diese Namen heute weitgehend verschwunden.

Tabelle 2: Überblick aller Vitamine mit deren Funktionen.

Vitamin-Gruppe (Trivial-Name)	alte Synonyme	alte Namen aufgrund der Funktion	Wirkung
Vitamin A (Retinol)	Axerophthol	Antixerophthalmisches Vitamin Wachstumsvitamin	Beeinflusst Wachstum Bildung der Haut Sehkraft
Vitamin D (Cholecalciferol)	-	Antirachistisches Vita- min	Förderung der Calcium-Auf- nahme und Einlagerung in die Knochen
Vitamin E (Tocopherol)	-	Antisterilitätsvitamin	schützt Blutkörperchen und Immun-System dient Zell-Erneuerung
Vitamin K (Phyllochinon)	Phytochinon	Antihämorrhagisches Vitamin	Förderung der Blut-Bildung und Blut-Gerinnung
Vitamin B1 (Thiamin)	Aneurin	Antiberiberi Vitamin	beeinflusst Kohlenhydrat- Stoffwechsel wichtig für Bildung der Ner- ven und Gehirn-Zellen
Vitamin B2 (Riboflavin)	Lactoflavin	wasserlöslicher Wachstumsfaktor	Verwertung von Fetten, Ei- weißen und Kohlehydraten
Niacin (Nicotinsäureamid)	Vitamin PP	Pellagra Schutzfaktor	Verwertung von Fetten, Ei- weißen und Kohlehydraten
Folsäure	Vitamin Bc Vitamin M	Lactobacillus-casei- Faktor	Verwertung von Fetten, Ei- weißen und Kohlehydraten
Pantothensäure	Vitamin B3	Filtrat-Faktor	Verwertung von Fetten, Ei- weißen und Kohlehydraten
Vitamin B6 (Pyridoxin)	Adermin Pyridoxol	Antidermatitisfaktor	schützt vor Nerven-Schädi- gung wirkt mit im Eiweiß-Stoff- wechsel
Vitamin B12 (Cyanocobalamin)	Erythrotin	Animal protein factor	Bildung der Erythrozyten
Biotin	Vitamin H	Hautfaktor	Schutz vor Haut-Entzündun- gen
Vitamin C (Ascorbinsäure)	-	Antiskorbutisches Vita- min	Schutz vor Infektion

0,03 mg an Vitamin K pro kg Körper-Gewicht sind lebensnotwendig, denn ansonsten käme es zu keiner Bildung des gerinnungsfördernden Prothrombins und somit wären innere Blutungen die Folge. [9]

In einer Studie mit 1.000 schwangeren Frauen verhinderte die Einnahme von Folsäure die Geburt von 10 missgebildeten Kindern, jedoch gab es auch 18 Fehlgeburten. Man sollte also auf eine genaue Dosierung achten (ca. 5 µg Folsäure pro Tag). [10]

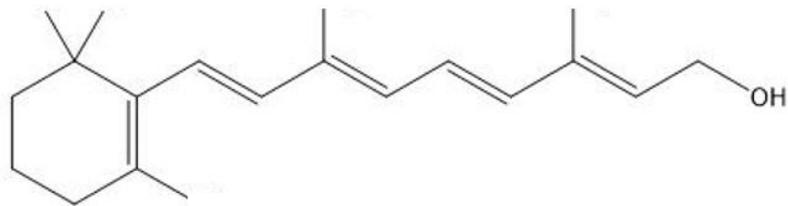
3 Klassifizierung

Vitamine sind wissenschaftlich gesehen keine chemisch einheitliche Stoff-Gruppe. Fettlösliche Vitamine stellen überwiegend Isopren-Derivate da, jedoch besitzen die Vitamine E und K auch nicht-isoprenoide Strukturen. Die wasserlöslichen Vitamine sind eine heterogene Stoff-Gruppe, jedoch enthalten alle außer Pantothersäure heterocyclische Ring-Systeme.

3.1 Fettlösliche Vitamine

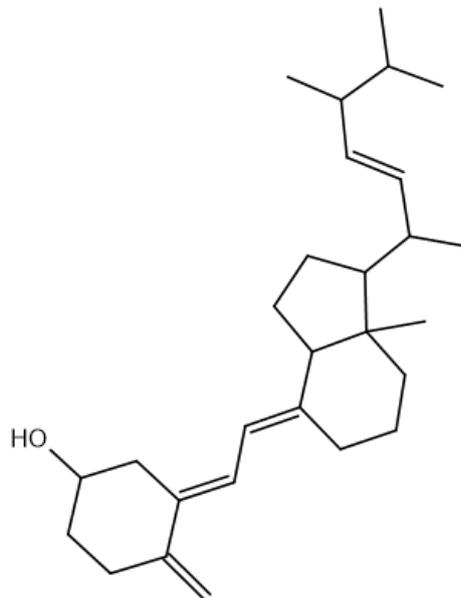
3.1.1 Vitamin A1:

ein aus vier Isopren-Einheiten zusammengesetzter Alkohol



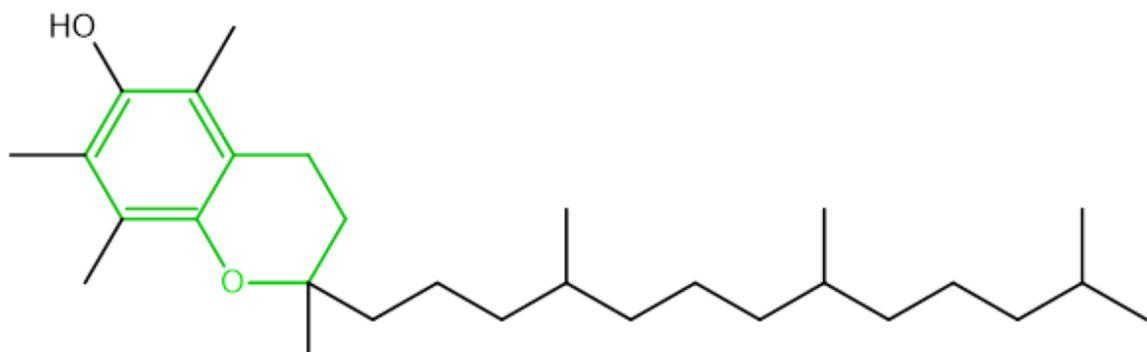
3.1.2 Vitamin D2:

charakteristisches System der drei Doppel-Bindungen



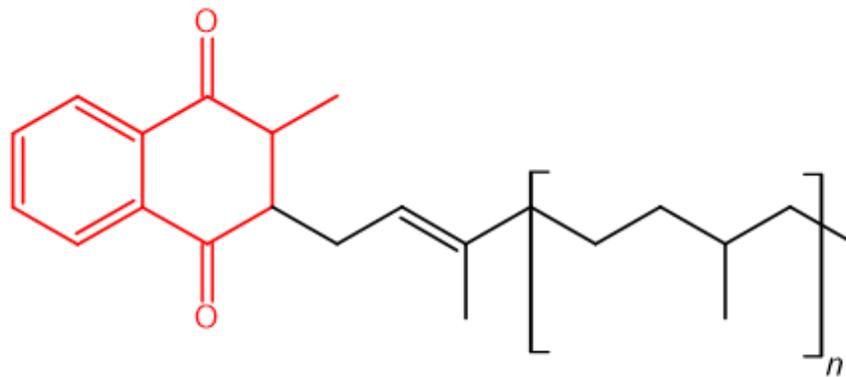
3.1.3 Vitamin E:

besitzt ein maskiertes Benzohydrochinon (Chroman-Verbindung)



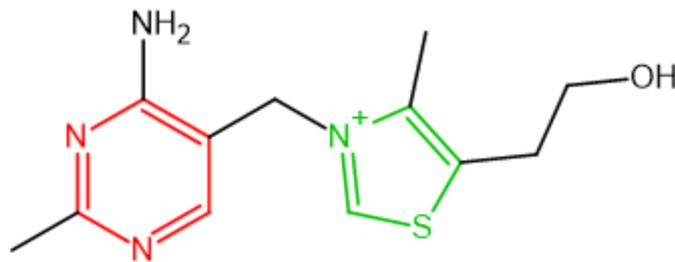
3.1.4 Vitamin K:

besitzt ein **Methylnaphthochinon**

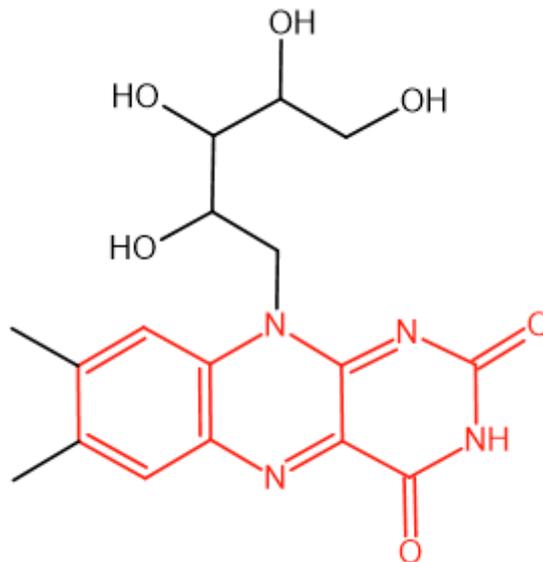


3.2 Wasserlösliche Vitamine

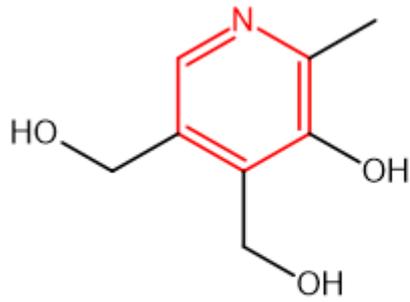
- Vitamin B1: enthält **Pyrimidin** und einen **Thiazol-Ring**



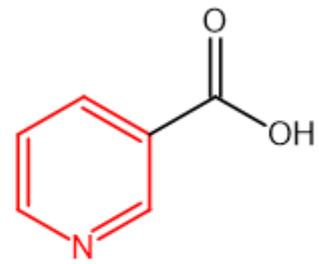
- Vitamin B2: **Isoalloxazin**-Derivat „Zauber-Versuch“ zu Riboflavin (siehe Experiment)



- Vitamin B6 und Niacin: besitzen einen **Pyridin-Ring**

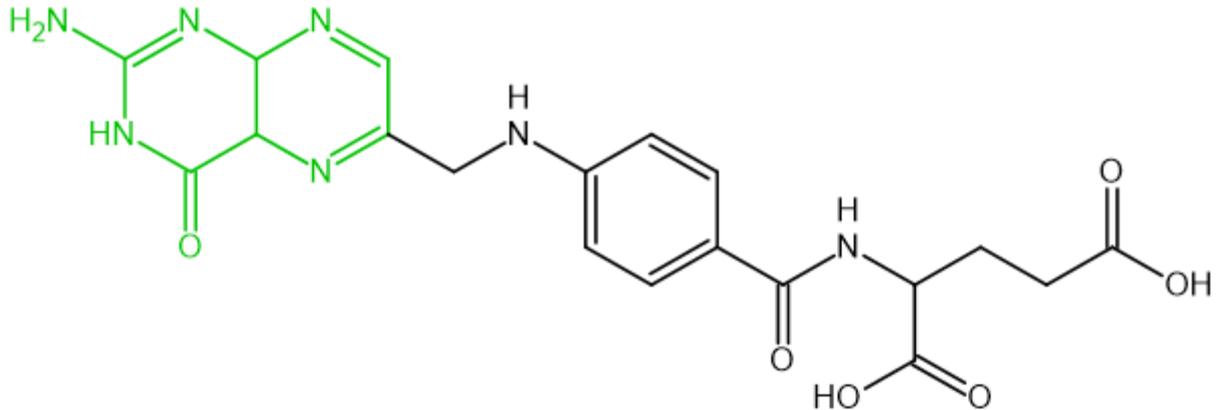


Vitamin B6

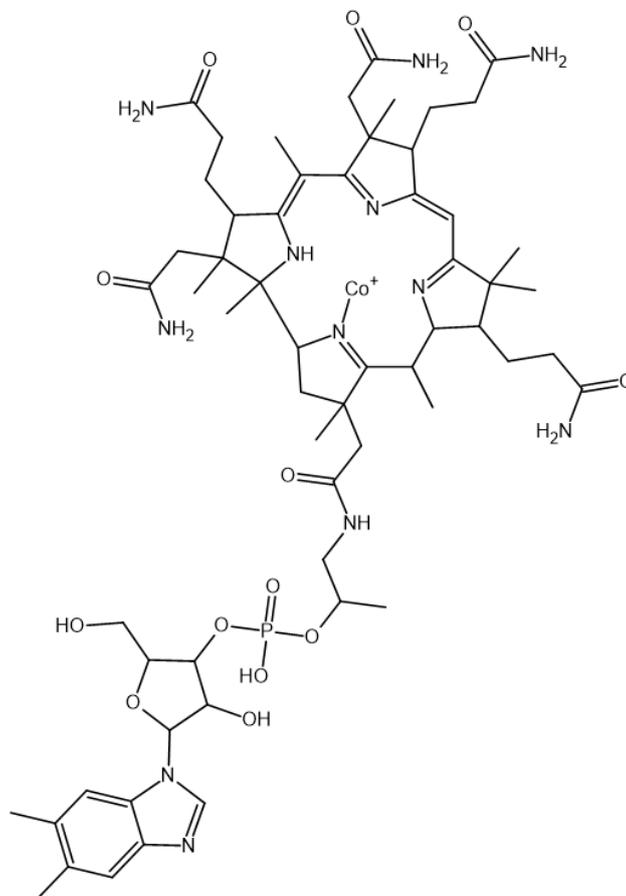


Niacin

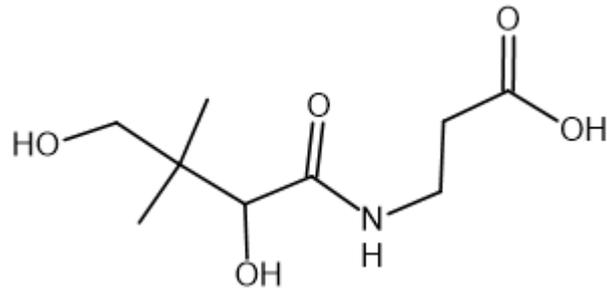
- Folsäure: Pterin-System



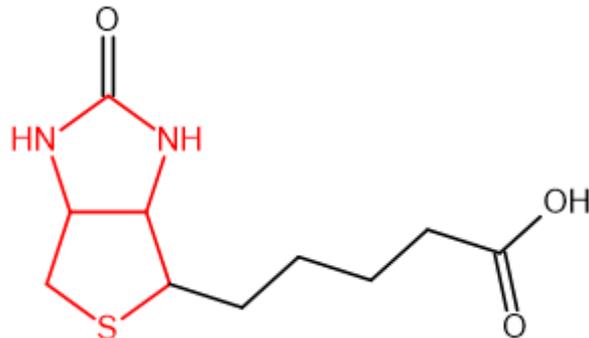
- Vitamin B12: Corrin-System mit Cobalt als Zentral-Atom und Benzimidazol-System



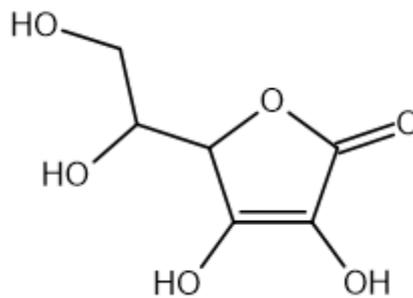
- Pantothensäure: aliphatisches Aminosäure-Derivat



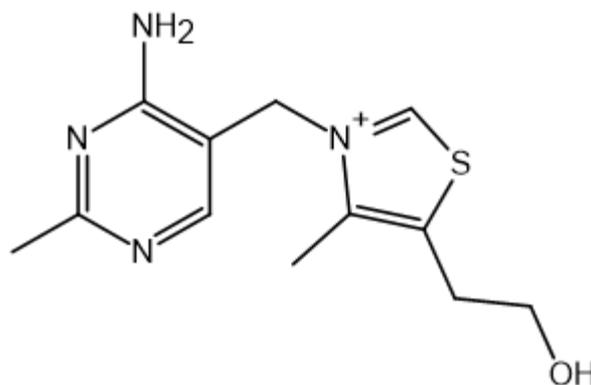
- Biotin: zwei kondensierte heterozyklische Fünf-Ringe



- Vitamin C: 2,3-Endiol-L-gulonsäure-lacton



3.2.1 Thiamin – Vitamin B₁



Hierbei handelt es sich um ein farbloses Pulver mit einem schwachen, aber charakteristischen Geruch. Thiamin besteht aus zwei Ring-Systemen, nämlich einem Pyrimidin- und einem Thiazol-Ring, die durch eine Methylene-Brücke miteinander verbunden sind. Eine wichtige Rolle spielt Thiamin im Kohlenhydrat-Stoffwechsel.

Mangel-Erscheinungen und Vorkommen [17, 18]:

- Eine klassische Mangel-Erscheinung ist die BeriBeri-Krankheit. Symptome hierfür sind Teilnahmslosigkeit sowie Muskel-Lähmungen
- Veränderung des Elektro-Kardiogramms bis hin zum akuten Herz-Kreislauf-Ver-sagen

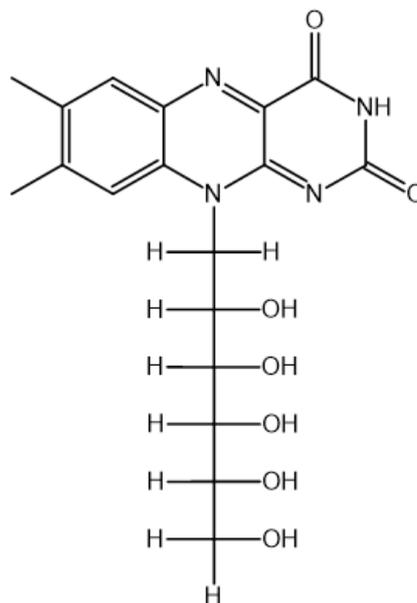
- Koordinationsstörungen
- Psychische Veränderungen wie Konzentrations-Mangel, Reizbarkeit und Depressionen. Daher wird Thiamin auch umgangs-sprachlich „Stimmungs-Vitamin“ genannt

Der Bedarf an Thiamin liegt zwischen 1,0 - 1,3 mg [19] pro Tag und kann durch den Verzehr von tierischem Muskel-Eiweiß, sowie Weizen-Keimen, Sonnenblumen-Kernen und Sesam gedeckt werden. Nur 4 - 6% (Obst) und 7 - 10% (Gemüse) der Thiamin-Zufuhr kommen aus pflanzlichen Quellen. Zum Vergleich: Durch tierische Nahrungsmittel werden rund 50% gedeckt [18].

Thiamin-Killer:

- Thiamin ist hitze-empfindlich und kann somit durch das Kochen zerstört werden
- Auch Alkohol zerstört Thiamin. Bei Alkohol-Abhängigen tritt dann eine so genannte Poly-Neuropathie auf, wobei das Nerven-System massiv geschädigt vorliegt und sich zunächst in tauben Zehen und Fingern äußert

3.2.2 Riboflavin – Vitamin B₂



Hierbei handelt es sich um ein orangegelbes Pulver. Chemisch gesehen ist es ein 7,8-Dimethyl-10-D-ribityl-isoalloxazin. Wichtige Derivate des Riboflavins sind Flavin-Mono-Nucleotid (FMN) und Flavin-Adenin-Dinucleotid (FAD), die als Elektronen-Überträger in der Atmungs-Kette eine wichtige Rolle spielen.

Mangel-Erscheinungen und Vorkommen [177, 18]:

- Wegen der Vielseitigkeit von Riboflavin sind beim Mangel Störungen im Stoffwechsel von Kohlenhydraten, Proteinen und Lipiden die Folge
- Als typisch gelten Veränderung an den Schleim-Häuten und der Haut im Mund-Bereich
- Licht-Überempfindlichkeit ist ein weiteres Symptom
- Hinzu kommen Wachstums-Störungen. Aus diesem Grund wird es umgangs-sprachlich auch „Wachstums-Vitamin“ genannt

Laut Gesellschaft für Ernährung in Deutschland liegt der Tages-Bedarf bei 1,0 - 1,4 mg [19]. Neurologen empfehlen eine Tablette zu 1.000 mg Riboflavin am Tag zur Prophylaxe gegen Migräne.

Natürlich kommt auch Riboflavin vor allem in Lebensmitteln tierischer Herkunft vor, zum Beispiel in Rinder-Leber und Milch-Produkten. Aber auch Vollkorn-Produkte bilden reichhaltige Quellen. Auch im Falle von Riboflavin ist dessen Zufuhr hauptsächlich gedeckt durch tierische Nahrungsmittel [18].

Riboflavin-Killer:

- Riboflavin wird durch Alkohol zerstört
- Zudem wird Riboflavin durch regelmäßige Einnahme von bestimmten Medikamenten, wie zum Beispiel Antidepressiva, zerstört

3.2.3 Nicotinsäureamid und Niacin – Vitamin B₃

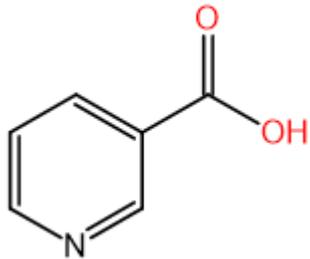


Abb. 3: Struktur-Formel von Niacin

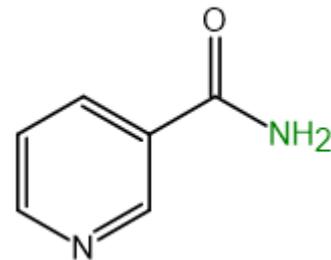


Abb. 4: Struktur-Formel von Nicotinsäureamid

Als Vitamin wirksam sind zwei Formen, nämlich Nicotinsäureamid und Niacin (Nicotinsäure). Niacin kann im Körper aus über die Nahrung aufgenommenem Tryptophan synthetisiert werden. Niacin ist ein Bestandteil der Coenzyme NAD und NADPH, während Nicotinsäureamid Bestandteil von NAD⁺ und NADP⁺ ist. Die Synthese von NAD und NADP findet in der Leber statt.

Mangel-Erscheinungen und Vorkommen [17, 18]:

- Pellagra (Haut-Defekte, Erbrechen, Zungen-Entzündung) und Störungen des ZNS

Der Bedarf an Nicotinsäureamid liegt bei 12 – 15 mg [19] pro Tag.

Hauptsächlich kommt Nicotinsäureamid in tierischen Organen, Getreide und Pilzen vor. Eier und Milch weisen niedrige Konzentrationen von Niacin, jedoch hohe Konzentrationen an Tryptophan auf. In Getreide-Produkten liegt das Niacin gebunden vor und ist für den menschlichen Körper schlecht verfügbar. Dieser Verbund kann allerdings durch Zubereitung (Rösten) gelockert werden, was die Bio-Verfügbarkeit steigern kann. Auch Gemüse und Obst ist zum Teil reich an Niacin. Kaffee-Liebhaber können aufatmen: Eine Kaffee-Tasse enthält rund 1 – 2 mg an Nicotinsäure [18].

3.2.4 Pyridoxal, Pyridoxamin, Pyridoxin – Vitamin B₆

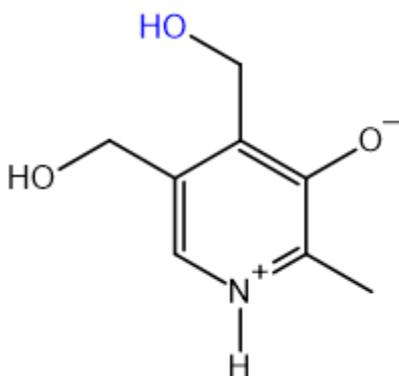


Abb. 5: Struktur-Formel von Pyridoxin

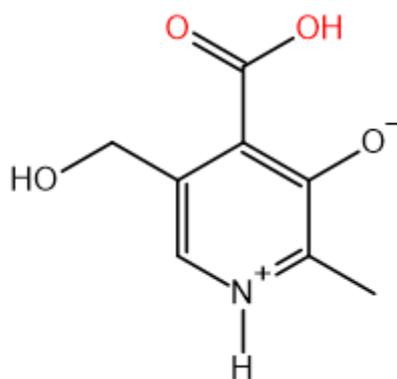


Abb. 2: Struktur-Formel von Pyridoxan

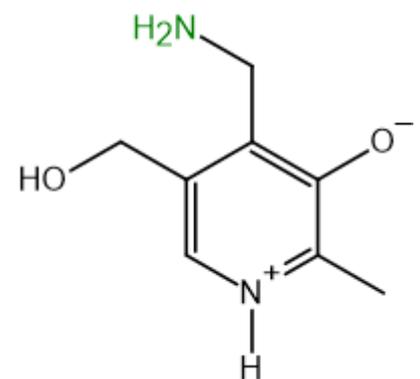


Abb.6: Struktur-Formel von Pyridoxamin

Vitamin B₆ ist eine Sammel-Bezeichnung für eine Gruppe von Pyridin-Derivaten, die sich in ihrer Struktur sehr ähneln. Dazu gehören **Pyridoxin** (Pyridoxol), **Pyridoxal** und **Pyridoxamin**. Vitamin B₆, sowie seine phosphorylierten Metabolite (Pyridoxin-P, Pyridoxal-P und Pyridoxamin-P) sind wichtig für den Aminosäure-Stoffwechsel unseres Körpers. Pyridoxal-P und Pyridoxamin-P fungieren als Co-Faktoren von Enzymen, die Transaminierungen, Aminosäure-Decarboxylierungen und Aminosäure-Racemisierungen katalysieren [20].

Mangel-Erscheinungen und Vorkommen [17, 18]:

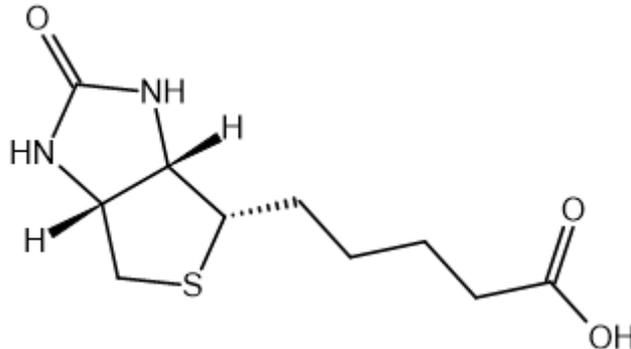
- Eine Avitaminose ist sehr selten. Es treten sonst Störungen des Protein-Aufbaus auf, was zu Wachstums-Störungen und Störungen der Immun-Mechanismen führt
- Zuvor macht sich ein Mangel durch verminderte Konzentration und verschlechterte Stimmungslage bemerkbar

Vitamin B₆ kommt reichlich vor in Schweine-Fleisch, Hühner-Eiern, Schweine-Leber und Hefe. Außerdem in Vollkorn-Produkten. Pyridoxal und Pyridoxamin sind die Haupt-Formen in Lebensmitteln tierischer Herkunft, während Pyridoxin das Äquivalent in Gemüse und Früchten darstellt. Der Tages-Bedarf liegt bei 1,1 - 1,4 mg [19] pro Tag.

Vitamin B₆-Killer:

- Wie bereits bei Thiamin wirken sich Rauchen, Stress und Alkohol negativ auf den Vitamin B₆-Haushalt aus
- Auch bei der Einnahme der Anti-Baby-Pille sollte auf eine ausreichende Versorgung geachtet werden [21]

3.2.5 Biotin – Vitamin B₇



Die Formel von Biotin besitzt drei chirale C-Atome und daher $2^3 = 8$ Isomere. Jedoch ist nur **eine** einzige ist als Vitamin wirksam und natürlich vorkommend.

Früher wurde Biotin als Haut-Vitamin bezeichnet, da die Verschlechterung des Haut-Bildes ein wesentliches Merkmal bei Biotin-Mangel ist. Heute bezeichnet man es immer noch als das Schönheits-Vitamin und zahlreiche Biotin-Präparate werben für schönere Haare, stärkere Nägel und ein glattes Haut-Bild. Biotin dient im Körper als Co-Enzym von Carboxylasen (Enzyme die CO₂ übertragen). Die Schlüssel-Reaktion ist die Carboxylierung vom Acetyl-Coenzym-A für den Aufbau von Fettsäuren. Darüber hinaus ist Biotin beteiligt an körpereigenem Aufbau von Methionin, Isoleucin, Threonin und Valin.

Mangel-Erscheinungen und Vorkommen [17, 18]:

Sehr selten sind Haut-Verschlechterung (Dermatitis), Müdigkeit, Schlaf-Störungen. Biotin kommt ubiquitär in unterschiedlichen Mengen vor. Die Mengen reichen von 100 µg/100 g in der Leber bis 0,5 µg/100 mg in frischem Apfelsaft [19]. Es kann frei oder an Proteine

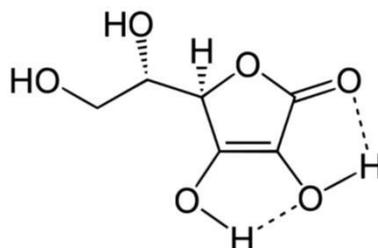
gebunden vorliegen. Bei Obst, Gemüse und Getreide sind deshalb proteinreiche Pflanzen zu bevorzugen (Hülsen-Früchte, Nüsse, Reis).

Vitamin D spielt neben einer genetischen Komponente bei Autoimmun-Erkrankungen (juvenile Diabetes, Multiple Sklerose, rheumatische Arthritis) eine große Rolle. Diese Krankheiten treten z. B. in den gemäßigten Breiten vermehrt auf, da dort nicht so oft die Sonne scheint und folglich nicht so viel Vitamin D gebildet werden kann.

Vitamin B6-Tabletten werden v. a. bei Regel-Beschwerden verschrieben, jedoch sind mittlerweile nur noch 10 mg pro Tablette erlaubt, da ab 50 mg Nerven-Schäden auftreten. Erstaunlich ist, dass trotzdem noch einige Tabletten gegen prämenstruelle Symptome weit mehr als 10 mg an Vitamin B6 enthalten.

Vitamin C stand jahrelang in dem Ruf als Krebschützer zu fungieren, indem er Nitrosamin-Bildungen verhindert. Jedoch steht es heutzutage im Verdacht selbst Krebs zu verursachen, indem es Genotoxine bildet, die die Lipidperoxide zerlegen. Bei dieser Reaktion sollen reaktive Produkte entstehen, die das Erbgut schädigen, und als elektrophile Substanzen mit der DNA reagieren und somit Mutationen hervorrufen. Folglich ist Vitamin C als Krebs-Prävention unwirksam. [11]

3.2.6 Ascorbinsäure- Vitamin C



Eigenschaften. Die reine Ascorbinsäure bildet farblose und geruchlose Kristalle, die leicht sauer schmecken (5 g/L: pH ~ 3). Sie ist in reinem, trockenem Zustand relativ beständig gegen Licht, Luft und Wärme. Doch im gelösten Zustand ist die Ascorbinsäure wärmeempfindlich und wird insbesondere in der Gegenwart von Schwermetall-Spuren (Eisen und Kupfer als Katalysatoren) sowie in alkalischem Milieu durch Licht und Sauerstoff zersetzt. Die L-Ascorbinsäure wird demzufolge zu Dehydroascorbinsäure oxidiert. Sie ist aufgrund der OH-Gruppen leicht in Wasser löslich (bei 20°C 330 g/l).

Die Ascorbinsäure ist ebenfalls gut in Alkohol löslich, doch in unpolaren Lösungsmitteln wie Ether, Öle und Fette unlöslich. Sie wirkt als biochemisches Redox-System. (8):

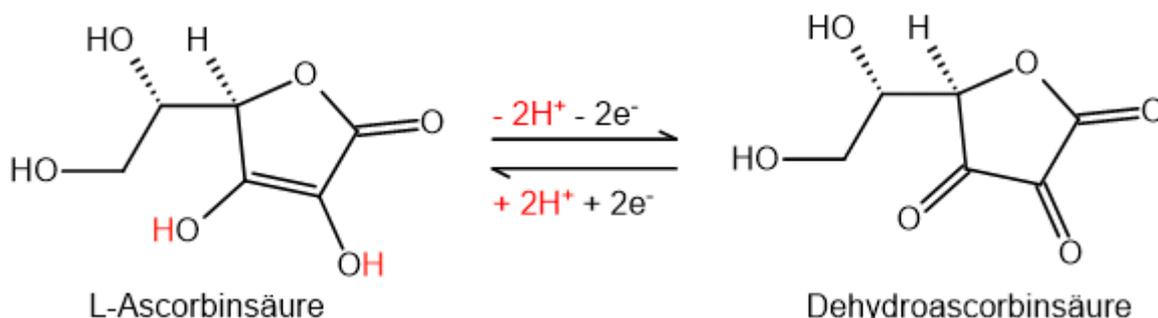


Abb. 8: Redox-System der Ascorbinsäure

Bei Abgabe von zwei Protonen geht die L-Ascorbinsäure in die biologisch inaktive Form Dehydroascorbinsäure über [35]

Vitamin C gehört chemisch zur Klasse der **Kohlenhydrate**, funktional zu den **Säuren**, **Reduktionsmitteln** und physiologisch zu den **Vitaminen**.

Haupt-Funktionen. Symptome der Vitamin C-Mangel-Krankheit Skorbut (**Zahn-Ausfall, Blutungen, Haut-Schäden, Gefäß-Schwäche**) lassen sich durch eine gestörte Biosynthese von Kollagen erklären. Kollagen ist das wichtigste Protein des Binde-Gewebes (Haut, Sehnen, Blut-Gefäße, Bänder, Knochen, Knorpel, Dentin). Man schätzt, dass es etwa ein Drittel der gesamten Protein-Masse des Menschen ausmacht.

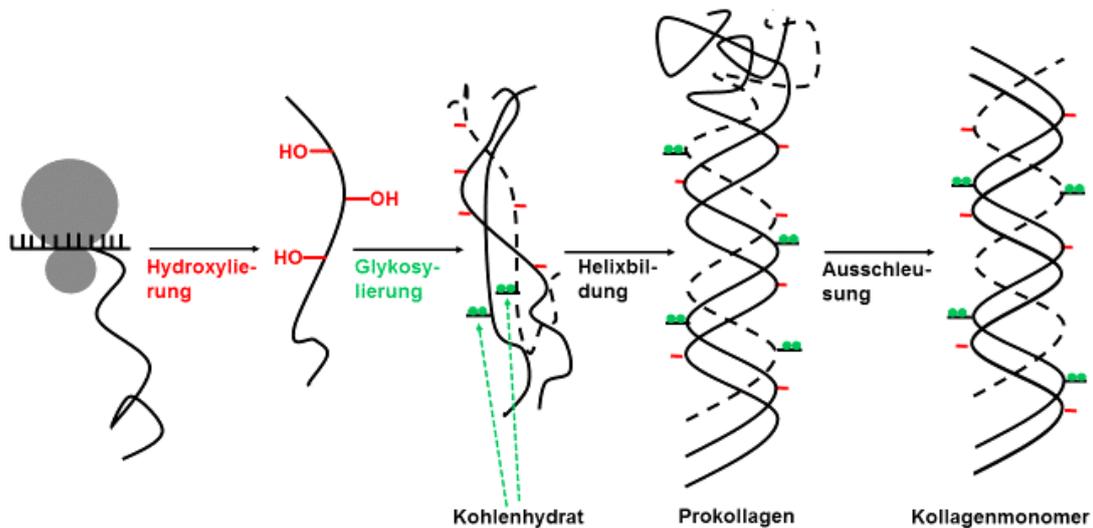


Abb. 9: Synthese eines Kollagen-Monomers [25]

Die Hydroxylierung führt zur Festigkeit der Tripel-Helix. Die Glykosylierung bewirkt die mechanische Stabilität des Kollagens.

Bei der **Hydroxylierung** (Einführung von Hydroxy-Gruppen) von Lysin, v. a. aber von Prolin ist Vitamin C maßgeblich beteiligt.

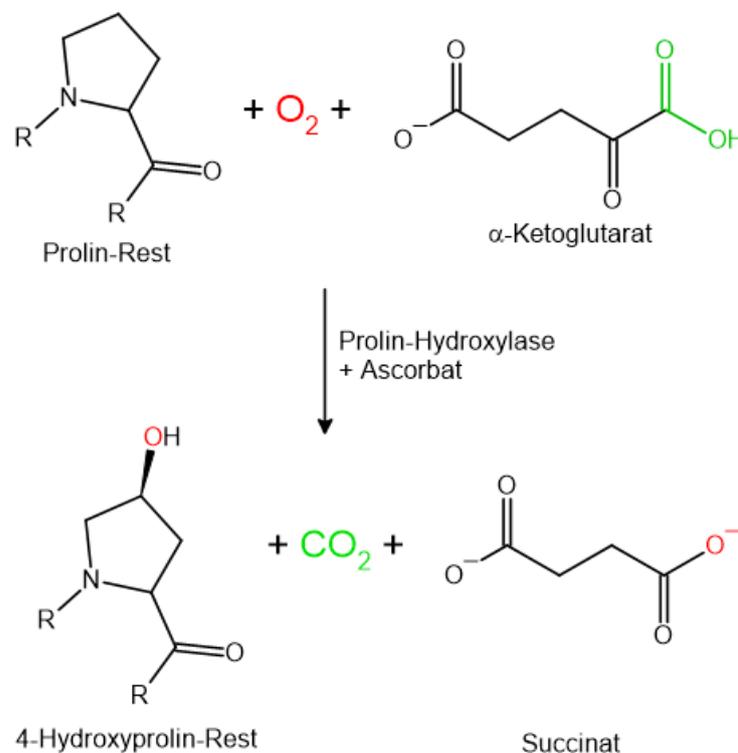


Abb. 10: Hydroxylierung von Prolin mit Ascorbat zu 4-Hydroxyprolin [26]

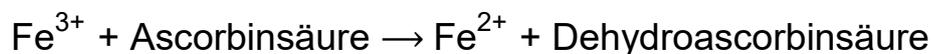
Die Einführung der Hydroxy-Gruppen erfolgt durch Hydroxylierung mit molekularem Sauerstoff. Co-Substrat ist α -Ketoglutarat, das oxidativ decarboxyliert wird zu Succinat und

CO₂. Die Prolin-Hydroxylase enthält ein zweiwertiges Eisen im aktiven Zentrum. Dabei wird **Ascorbat als Reduktionsmittel** benötigt, um das Eisen-Atom im zweiwertigen Zustand zu erhalten.

Bei Vitamin C-Mangel findet keine Bildung der Tripel-Helix des Pro-Kollagens statt. Wahrscheinlich wird die Entstehung der Helix erst durch H-Brücken zwischen Hydroxyprolin-Resten ermöglicht. Die Verarmung des Binde-Gewebes an Kollagen erfolgt ebenfalls bei Vitamin C-Mangel. Ebenso werden die Blut-Gefäße brüchig und die Zähne verlieren ihre Stütze.

Vitamin C fördert die Aufnahme von Eisen aus der Nahrung. Eisen ist wichtig für die **Blut-Bildung, Zell-Atmung und Energie-Produktion in der Zelle** (Eisen bindet den Sauerstoff im roten Blut-Farbstoff Hämoglobin). Die Aufnahme in der Nahrung von Fe²⁺ ist 200 - 400% besser als die von Fe³⁺. Es liegt aber wegen der Oxidation durch Luft-Sauerstoff meist Fe³⁺ vor. Die Aufnahme von Eisen wird durch Gegenwart von Ascorbinsäure oder anderen **Komplex-Bildnern** verbessert. Einerseits komplexiert sie Eisen und macht es damit besser aufnahme-fähig, andererseits wird Fe³⁺ zu Fe²⁺ reduziert. Dadurch wird eine 2 - 4mal bessere Eisen-Aufnahme durch Vitamin C ermöglicht! Es kommt also nicht nur darauf an, dass die Nahrung genügend Eisen-Ionen enthält, sondern, dass sie genügend aufnahmefähige Eisen-Ionen enthält. Schwarz-Tee z. B. bindet Eisen-Ionen (durch Gerbsäure-Analoga) und macht sie schlechter aufnahmefähig. Die Reaktion erfolgt mittels einem Ein-Elektronen-Übergang mit der Zwischen-Stufe des Monodehydroascorbinsäure-Radikals.

Versuch Berliner Blau [27]: Verdünnte K₃[Fe(CN)₆]-Lösung werden zu gleichen Teilen gemischt. Auf tropfenweisen Zusatz von Ascorbinsäure-Lösung bildet sich Berliner Blau infolge Reduktion der Eisen(III)-Ionen und Verbindung der gebildeten Eisen(II)-Ionen mit Hexacyanoferrat(III).



In seiner Fähigkeit, Elektronen sehr leicht abzugeben, liegt die Eigenschaft der Ascorbinsäure als hervorragendes **biologisches Antioxidans**. Vitamin C bietet wirksamen Schutz gegen freie Radikale im Zusammenhang mit molekularem Sauerstoff. Diese Radikale (Sauerstoff-Radikale, Peroxide oder Hydroxyl-Radikale) sind ständig im Metabolismus anwesend. Sie sind chemisch hochreaktiv und aggressiv. Sie verursachen **Gewebsschäden (Altern von Geweben), greifen Proteine, Lipide und auch Teile der DNA an** und sind dadurch an der Entstehung von **Krebs** oder **Arteriosklerose** beteiligt. Eine erhöhte Konzentration von freien Sauerstoff-Radikalen („oxidativer Stress“) kann bei Entzündungen oder zusätzlichen Belastungen aus der Umwelt (Rauchen, Alkohol-Missbrauch, Abgase, Ozon, etc.) auftreten. 20 Zigaretten pro Tag reduzieren den Vit. C-Plasma-Spiegel um 35%, bei über 20 Zigaretten kann die Reduktion 40% erreichen.

Ascorbinsäure lässt sich leicht durch Peroxid-Radikale (R-O-O[•]) oxidieren. Dabei wird letzteres als Hydroperoxid (R-O-O-H) entschärft. Die Oxidation erfolgt auch hier bei Ein-Elektronen-Übergang über die Monodehydroascorbinsäure als reaktive Zwischenstufe zur Dehydroascorbinsäure.

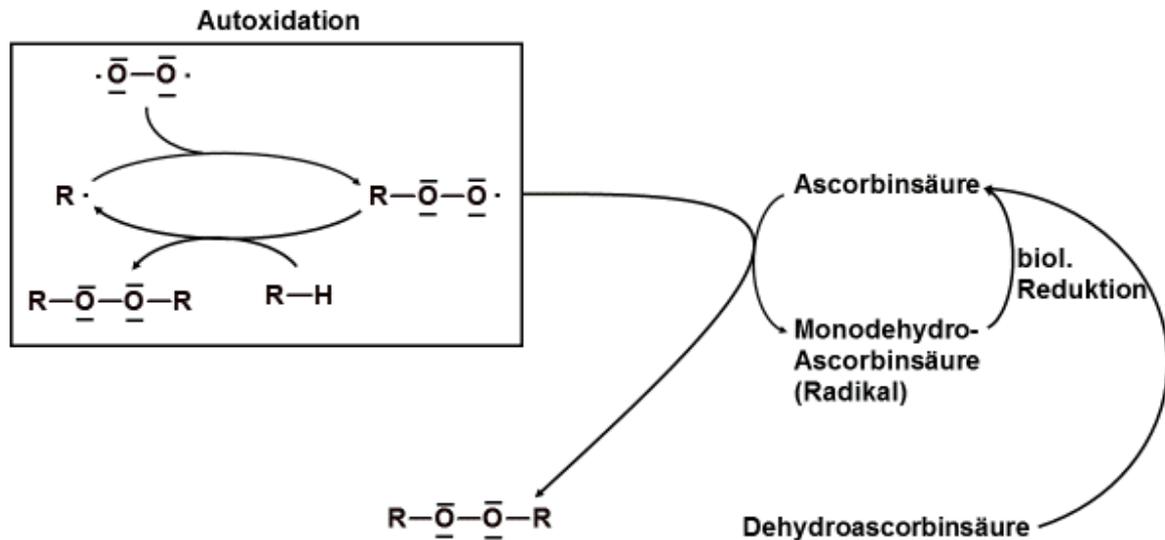


Abb. 11: Schädigung durch radikal-induzierte Autoxidation eines Substrats $R-H$ kann man durch starke Antioxidantien wie Ascorbinsäure vermeiden. [28]

Ascorbinsäure wird auch als **Konservierungsmittel** für Fette (Schutz vor Ranzigkeit) und Lebensmittel (E 300, Schutz vor Verwesung; Schutz vor Braun-Färbung bei der Lagerung) eingesetzt, z. B. in Champion-Konserven. Es verhindert durch Reaktion die Oxidation durch Luft-Sauerstoff. Es senkt zusätzlich den pH-Wert und vermindert dadurch das Bakterien-Wachstum.

Industrielle Massen-Produktion. Da die natürlichen Ressourcen nicht ausreichen, um den Bedarf an Vitamin C zu decken, synthetisiert man die Ascorbinsäure großtechnisch (ca. 30 bekannte Aufbau-Wege). Die klassische Reichstein-Synthese (1934) ist bis heute die Grundlage der industriellen Produktion. Zudem ist sie immer noch eine der ergiebigsten Verfahren, da ihre Ausbeute (über alle Stufen zusammen) bei ca. 66% liegen. Bei dieser Synthese von Ascorbinsäure handelt es sich um eine mehrstufige Reaktion, dessen Ausgangsstoff die D-Glucose ist:

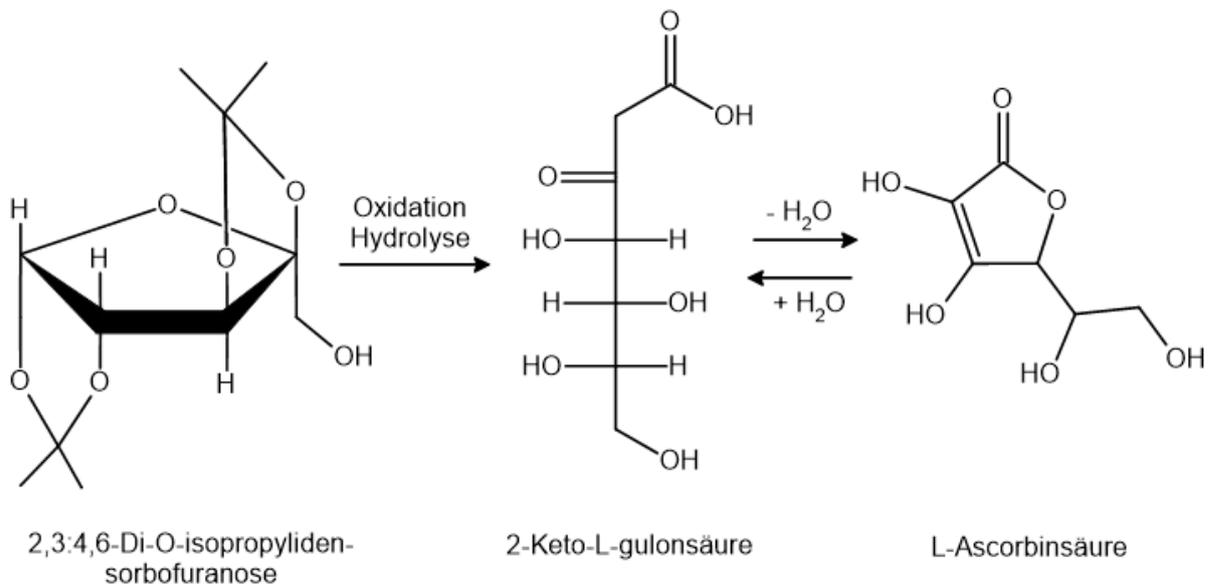
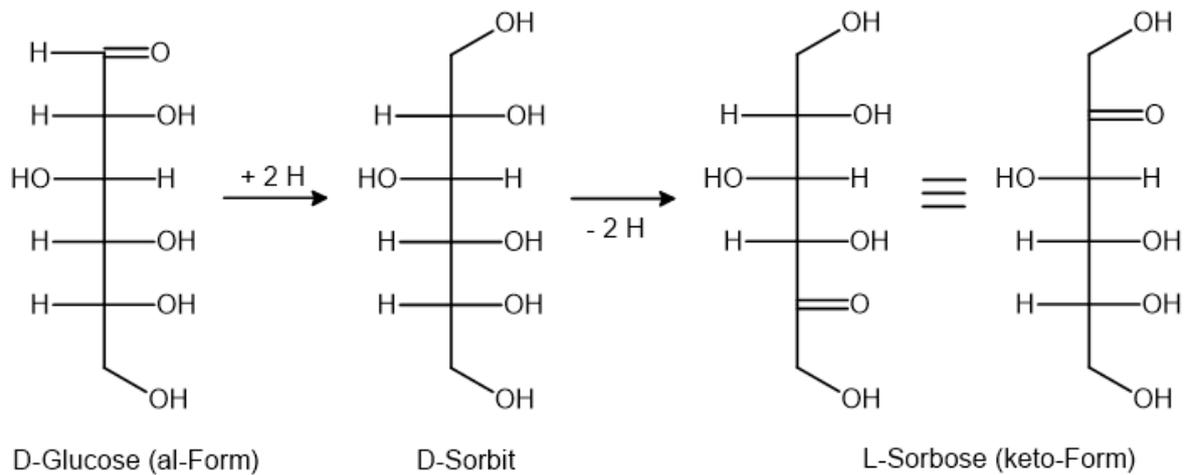


Abb. 13: Reichstein-Synthese für Ascorbinsäure

Im ersten Reaktionsschritt wird die D-Glucose durch katalytische Druckhydrierung mit Wasserstoff zu D-Sorbit reduziert. In der zweiten Verfahrensstufe wird D-Sorbit mittels *Acetobacter suboxydans* zu L-Sorbose (Ketose) oxidiert. Dabei entsteht eine Keto-Gruppe am C5-Atom der ursprünglich eingesetzten Glucose-Moleküle. Damit besitzt das Oxidationsprodukt bereits die Konfiguration der natürlichen Ascorbinsäure. Es schließt die Oxidation der L-Sorbose zur 2-Keto-L-gulonsäure an. Dies erfolgt über die Diisopropyliden-sorbofuranose mit Kaliumpermanganat und anschließender Abspaltung der Aceton-Reste durch saure Hydrolyse. Beim Erwärmen der 2-Keto-L-gulonsäure mit verdünnten Säuren tritt Lactonisierung zur L-Ascorbinsäure (2,3-Endiol-L-gulonsäure-lacton) ein.

Zur Herstellung von 1 kg Ascorbinsäure sind 2 – 4 kg Glucose erforderlich. Heute werden etwa 60.000 Jahrestonnen Ascorbinsäure weltweit produziert. Im Gegensatz dazu werden vom Vitamin B12 nur 10 Tonnen im Jahr produziert. (Preise im Jahr 1995 für Vitamin C 10 €/kg und für Vitamin B12 7.500 €/kg). [32]

Bedarf und Verluste

- Gesamt-Körper-Bestand des Menschen beträgt ca. 2 g. Im menschlichem Körper ist L-A. unterschiedlich konzentriert (jeweils in mg/kg): Gehirn 150, Hypophyse 150, Augenlinse 250, Nebenniere 400, Pankreas 150, Leber 150, Niere 50 und Herz-Muskel 50. Der Gehalt ist bei der Geburt am höchsten und sinkt im Alter ab.
- Ascorbinsäure passiert den Magen unverändert; wird durch die Darm-Wand aufgenommen und im Körper durch Oxidation teilweise abgebaut. Überschüssige A. wird bei niedrigen Dosen als CO₂, bei hohen zum größten Teil über den Harn und nur zu 5% über die Lunge ausgeschieden (nach ca. 16 Tagen beim Menschen)
- Bedarf an Vitamin C: Ca. 10 mg pro Tag genügen, um Skorbut zu verhindern nach WHO: mindestens 30 mg, ausreichend 75 mg/Tag (Erwachsene), neuere Forschungsergebnisse gehen von 250 – 300 mg/Tag aus. Bei Erkrankungen, starker körperlichen Tätigkeit, nach Operationen und bei Rauchern ist der Tagesbedarf erhöht (bis 1 g/Tag). Eine Zigarette oder 20 Minuten Stress (z. B. Eifersucht) „kosten“ 30 mg Vitamin C.
(Tages-Bedarf anderer Vitamine: Vit. A: 1,5 – 2 mg, Vit. E: 20 mg, Vit. B1 1 mg)
- Besonders reich an Vitamin C sind: „billygoat plum“, Terminalia ferdinandiana. Sie enthält w(Vit. C)= 5% im Vergleich zur nächst reicheren Quelle, der Hawaiianischen Kirsche mit w= 1%.

Tabelle 3: Vitamin C-Gehalt in verschiedenen Lebensmitteln [31]

Lebensmittel (je 100 Gramm)	Milligramm
Holunderbeeren	37,1
Kiwi	36,7
Orangen	35,4
Zitrone mit Fruchtfleisch	34,0
Zitronensaft	28,2
Himbeeren	27,7
Grapefruitsaft (frisch gepresst)	26,3
Rüben, Zwiebeln	26,2
Spinat, Brokkoli	26,1
Grüne Erbsen	26,0
Kohlrabi	25,8
Spargel	23,7
Kohl	23,6
Leber	22,2
Brombeeren	21,2
Sojabohnen (Tofu)	18,5
Kartoffeln	18,0
Tomaten	16,9
Äpfel	8,8

- Verluste an Vitamin C: Ascorbinsäure ist leicht oxidierbar, daher sind die Verluste bei Lagerung und Zubereitung oft beträchtlich. **Rote Bete:** Vitamin C-Gehalt steigt mit zunehmender Lager-Dauer (Verdoppelung nach 6 Monaten), da ständig neues Vitamin C gebildet wird. Katalysatoren wie Eisen- und Kupfer-Ionen fördern Oxidation (Koch-Geschirr). Tief-Kühlung können Verluste stark verringern. Obst und Gemüse am besten roh zu sich nehmen.

Tabelle 4: Verluste an Vitamin C bei Lagerung und Zubereitung von Lebensmitteln [31]

Lebensmittel	Lagerungszeit und Zubereitungsart	Verluste an Vitamin C
Kartoffeln	1 Monat	50 %
Früchte	1 Monat	20 %
Äpfel	6 - 9 Monaten	100 %
Milch	Ultrahocherhitzung	25 %
Obst	Sterilisation	50 %
Obst	Lufttrocknung	50-70 %
Blattgemüse	Eindosen	48 %
Knollengemüse	Braten	23 %

4 Vitamin-Tabletten als Nahrungsergänzung

Im Jahr 2000 wurden in Deutschland Vitamine im Wert von ca. 450 Mio. Euro produziert. Im Vergleich dazu wurden in dem gleichen Jahr Antibiotika im Wert von nur 100 Mio. Euro produziert. Von diesen hergestellten Vitaminen im Wert von 450 Mio. Euro wurden im Jahr 2000 nur Vitamine im Wert von 3 Mio. Euro vom Arzt verordnet. Alle anderen wurden ohne ärztliche Verordnung gekauft. Antibiotika wurden im Wert von 23 Mio. Euro ärztlich verordnet. [13]

Der Konsum von Nahrungsergänzungsmitteln boomt. Laut einer Forsa-Umfrage nimmt jeder dritte Deutsche regelmäßig Vitamine oder Mineralstoffe in Tabletten-, Pulver- oder Kapsel-Form zu sich und gibt dafür durchschnittlich 300 Euro im Jahr aus. Ist das eine sinnvolle Investition in die Gesundheit?

Vitamin-Pillen werden vielfach in Überdosis geschluckt, da sie Universal-Medikamente für Schönheit, Fitness oder Lebensglück darstellen.

Bei einer Überdosis Pantothensäure kann die Einnahme hoher Dosen (10 – 20 mg/Tag) Durchfall bewirken. Beachtlich dabei ist, dass eine Tablette „Multivitamin + Mineral“ bereits 12 mg enthält. Zudem ist eine Tabletten-Kombination von Vitaminen und Mineralstoffen nicht empfehlenswert, da diese im Verdacht stehen, frühzeitig Herzinfarkt und Krebs auszulösen. [14]

Bei einer ausgewogenen Mischkost kann man im Allgemeinen davon ausgehen, dass dem Organismus alle lebensnotwendigen Vitamine in ausreichendem Maße zugeführt werden. Vitamin-Tabletten sind für den gesunden Menschen, der sich abwechslungsreich und vollwertig ernährt nicht nur überflüssig, sondern man schadet sich mehr, als man davon Nutzen hat. Eine ausgewogene Ernährung ist gesünder und günstiger, denn Vitamin-Tabletten können den Nutz-Effekt von Obst und Gemüse eben einfach nicht imitieren, da sie nur einen sehr kleinen Anteil der 5.000 bis 10.000 verschiedenen Substanzen in unserer Nahrung enthalten. In besonderen Fällen z. B. in der Schwangerschaft, bei au-

ßergewöhnlichen Stress-Belastung, bei einer Lebensmittel-Allergie oder wenn die Nahrung keine ausreichende Menge an Vitaminen liefert, kann unter Umständen eine zusätzliche Vitamin-Versorgung medizinisch angezeigt sein. Jedoch sollte man auf eine richtige Dosierung achten. Am sinnvollsten sind Monopräparate, da man mit ihnen gezielt bestimmte Defizite ausgleichen kann. Die Auswahl und die Dosierung sollte man am Besten mit seinem Arzt absprechen. Die Einnahme der Tabletten sollte dann auf jeden Fall nicht die Regel werden. Am besten hält man sich an das Motto des Mediziners Philippus Theophrastus Paracelsus:

„Alle ding sind gift, und nichts ohn gift. Allein die dosis macht, das ein ding kein gift ist.“ [15]

Zusammenfassung – Ascorbinsäure: Der Mensch kann Vitamin C nicht synthetisieren. Es ist also ein essentieller Stoff. Sie müssen daher kontinuierlich über die Nahrung zugeführt werden. Deshalb müssen wir auf eine ausgewogene, vitaminreiche Ernährung achten, um Mangel-Erscheinungen zu vermeiden. Vitamin C beteiligt sich an wichtigen Funktionen im Körper. Es wirkt u. a. als Radikal-Fänger und Antioxidans.

Vitamin A und Vitamin C sind jeweils ein bekannter Vertreter der fettlöslichen und wasserlöslichen Vitamine. Diese beiden Vitamine stehen exemplarisch für die allgemeine Einteilung der Vitamine in unserer Nahrung.

Abschluss 1: *Es hat sich erwiesen, dass unsere Erziehungs-Berechtigten nicht ganz Unrecht hatten: Obst und Gemüse liefern außer den Vitaminen auch Ballast-Stoffe und sekundäre Pflanzen-Stoffe, die für die Ernährung sehr wertvoll sind. Für die Leistungsfähigkeit sind aber die Vitamine der B-Gruppe entscheidend und diese finden sich vor allem in Lebensmitteln tierischer Herkunft. Vitamine der B-Gruppe sind daher besonders wichtig, wenn es darum geht, aufmerksam und fit im Kopf zu bleiben. Ist man unterversorgt, so hat dies Müdigkeit und Kopfschmerz zur Folge. Ein Mangel der Vitamine der B-Gruppe hat zwar selten akute, aber durchaus ernstere längerfristige Folgen. Um gesund zu bleiben gilt deshalb nach wie vor: Eine vielseitige Ernährung ist ein Muss.*

Abschluss 2: *Die meisten Organismen können aus der D-Glucose L-Ascorbinsäure synthetisieren. Aufgrund des fehlenden Enzyms L-Gulonolacton-oxidase können Menschen, Affen und einige Vögel Vitamin C nicht synthetisieren. Das Fleisch von Robben und Walen enthält alle Vitamine, auch ausreichend Vitamin C. Die traditionell lebenden Inuit essen das Fleisch im rohen Zustand. Die Vitamine gehen dabei nicht verloren. Die fettige Unterhaut von Walen enthält mehr Vitamin C als Citrus-Früchte und verhinderte somit Skorbut.*

Abschluss 3: *Dieses theoretische Wissen, können wir auch auf den Alltag übertragen. Es wird häufig gesagt, man sollte Salat am besten mit fettigen Dressings essen. Klingt eigentlich kontraproduktiv, da Salate typische Diät-Mahlzeiten sind. Unter dem Aspekt der Fettlöslichkeit von Vitaminen jedoch erleichtern wir, durch öliges Dressing, die Aufnahme von fettlöslichen Vitaminen.*

Quellen:

1. Isler / Brubacher, Vitamine I, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1982
2. Isler / Brubacher, Vitamine II, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1988
3. Friedrich, Handbuch der Vitamine, Urban & Schwarzenberg, München, 1987
4. Pfeifer, Peter; Naturwissenschaften im Unterricht - Chemie, Jahrgang 7, Heft 31, 1996, 28-29
5. <http://www.seilnacht.tuttlingen.com/Lexikon/VitaminC.htm>,
(Quelle verschollen; 22.05.2020)
6. http://www.geo.de/themen/zoom/lebens_stoffe/index.html,
(Quelle verschollen; 22.05.2020)
7. <http://www.onlinesoft.de/hexen/pflanz.htm>,
(Quelle verschollen; 22.05.2020)
8. <http://www.focus.de/D/DG/DGD/DGD04/DGD04D/dgd04d.htm>, 11.07.2002
9. http://www.geo.de/themen/zoom/lebens_stoffe/index.html,
(Quelle verschollen; 22.05.2020)
10. Eulenspiegel, ??
11. Eulenspiegel, 1995, Heft 2, S.1-8
12. Römpp Chemie Lexikon, 1999, Stichwort "Vitamine", S. 4879
13. Arzneiverordnungsreport 2001, U. Schwabe, Springerverlag Berlin
14. <http://www.focus.de/D/DG/DGD/DGD11/dgd11.htm>, 31.07.2023
15. <http://www.pharma.seiten.de/apotheke-online/Archiv/3-96/vitamine.html>,
(Quelle verschollen; 22.05.2020)
16. <https://pixabay.com/de/photos/obstschale-schale-obst-fr%C3%BCchte-1600023/>;
Lizenz: CC0 Public Domain (31.07.2023) (Link funktioniert nicht in Word, 22.05.2020)
17. Reinhard Matissek, Werner Baltes, Lebensmittelchemie, 8. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2016
18. Hans K. Biesalski, Jürgen Schrezenmeir, Peter Weber und Hubert E. Weiß, Vitamine: Physiologie, Pathophysiologie, Therapie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1997
19. <http://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/>; (31.07.2023), die Werte beziehen sich auf Erwachsene ab 19 Jahren. Für Schwangere und stillende Mütter können die Werte abweichen
20. Peter Nuhn, Naturstoffchemie - mikrobielle, pflanzliche und tierische Naturstoffe, 4. Auflage, S. Hirzel Verlag, Stuttgart 2006
21. <https://www.fitundgesund.at/die-groessten-vitamin-und-mineralstoffraeuber-artikel-1610>; (31.07.2023)
22. <http://www.spektrum.de/lexikon/biochemie/nicotinsaeureamid/4284>; (31.07.2023)
23. <http://www.spektrum.de/lexikon/biochemie/pyridoxin/5228>; (31.07.2023)
24. <http://www.spektrum.de/lexikon/biochemie/biotin/834>; (31.07.2023)
25. D. Doenecke, P. Karlson, J. Koolman, Kurzes Lehrbuch für Mediziner und Naturwissenschaftler, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 14. Aufl., 1994
26. L. Stryer, Biochemie, Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft Heidelberg, 1990

27. H. Aebi, U. Brodbeck, H. Kohler, K. Lauber, G. Pfeleiderer, J.P. von Wartburg, S. Wyss, Einführung in die praktische Biochemie: für Studierende der Medizin, Veterinärmedizin, Pharmazie, Biochemie und Biologie, München, 3. Aufl., 1982
28. J. Lehmann, G. R. Riedlich, Kohlenhydrate, Chemie und Biologie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 2. Aufl. , 1996
29. H. Beyer, W. Walter, Lehrbuch der Organischen Chemie, S. Hirzel Verlag Stuttgart, Leipzig, 22. Aufl. , 1991
30. K. Oberbeil, Fit durch Vitamine, Die neuen Wunderwaffen, Südwest Verlag GmbH & Co. KG München, 1993
31. http://www.seilnacht.tuttlingen.com/Chemie/ch_ascor.html (Abgerufen am 31.07.2023)
32. J. Falbe, M. Regitz, H. Römpp, Chemie Lexikon, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 1992
33. T. Linker, M. Schmittel, Radikale und Radikationen in der Organischen Synthese, Wiley VCH Weinheim, New York, Chichester, Brisbane, Singapore, Toronto, 1998
34. A. L. Lehninger, Prinzipien der Biochemie, de Gruyter Berlin, 1987
35. J. Rassow, R. Deutzmann, K. Hauser, R. Netzker, Biochemie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 2006
36. <http://www.planet-wissen.de/kultur/voelker/inuit/pwiewissensfrage546.html> (Abgerufen am 31.07.2023).
37. W. Baltes, R. Matissek, Lebensmittelchemie, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, 7. Aufl., 2011
38. G. Püschel, H. Kühn, T. Kietzmann, W. Höhne, B. Christ, D. Doenecke, J. Koolman, Taschenlehrbuch Biochemie, Thieme Verlag Stuttgart, 2011