

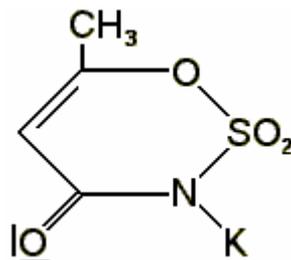
Lebensmittelinhaltsstoffe

Zuckerersatzstoffe

Süßstoffe:

Diese Stoffe können sowohl synthetisch hergestellt als auch natürlich gewonnen werden. Sie haben einen sehr geringen bzw. keinen Brennwert und sind für Diabetiker gut geeignet. Ihre Süßkraft ist wesentlich höher als Zucker, dennoch begünstigen sie die Entstehung von Karies nicht. Zu den Süßstoffen gehören:

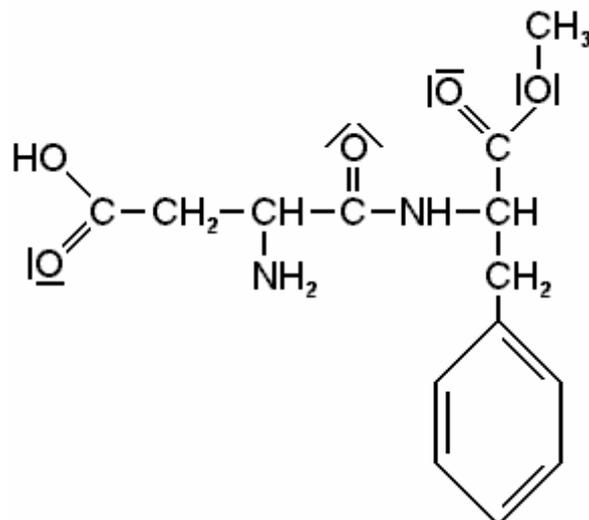
→ Acesulfam K (E 950): $C_4H_4KNO_4S$



Acesulfam K wird chemisch synthetisiert und hat eine ca. 200 mal so hohe Süßkraft wie Haushaltszucker (Saccharose). Acesulfam K wird vom Körper nicht aufgenommen, sondern unverändert ausgeschieden und ist somit kalorienfrei.

Acesulfam K wird unter anderem für kalorienreduzierte oder ohne Zuckerzusatz hergestellte aromatische Getränke auf Milch- oder Wasserbasis, für Gelees und Marmeladen, Süßigkeiten ohne Zuckerzusatz und alkoholfreies Bier verwendet.

→ Aspartam (E 951): $C_{14}H_{18}N_2O_5$

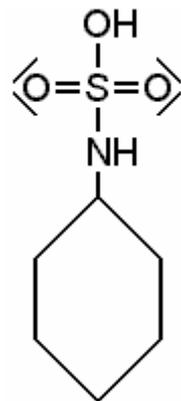


Aspartam wird durch chemische Synthese hergestellt. Es besteht aus zwei chemisch miteinander verbundenen Aminosäuren und wird im Kör-

per wie ein Eiweiß abgebaut. Deshalb ist es nicht kalorienfrei, sondern liefert ebenso viel Energie wie Eiweiß (ca. 4 kcal pro Gramm). Seine Süßkraft ist ca. 200 mal so hoch wie die von Haushaltszucker. Es ist nicht zum Kochen und Backen geeignet, weil es nicht hitzebeständig ist und bei Temperaturen über 200°C zerfällt.

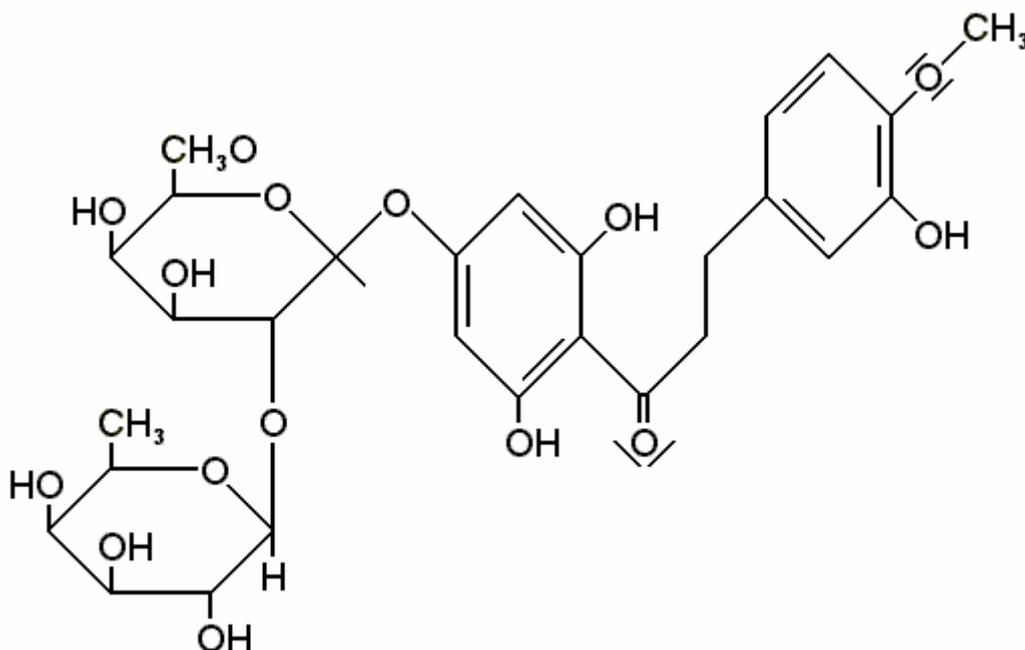
Aspartam wird häufig mit Cyclamat kombiniert, vor allem um kalorienreduzierte Erfrischungsgetränke, Dessertspeisen, Milchzubereitungen, Speiseeis, Spirituosen usw. herzustellen.

→ Cyclamat (E 952): $C_6H_{11}NHSO_3Na$



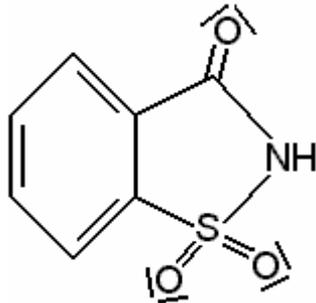
Cyclamat ist der Oberbegriff für Cyclohexansulfamidsäure und deren Natrium- und Kaliumsalzen. Sie werden durch chemische Synthese hergestellt und sind sehr lange lagerfähig und hitzestabil, weshalb sie zum Kochen und Backen verwendet werden können. Die Süßkraft von Cyclamat ist 35 - 70 mal höher als die von Haushaltszucker. In den USA ist Cyclamat jedoch seit 1969 verboten.

→ Neohesperidin DC (E 959): $C_{28}H_{38}O_{14}$



Neohesperidin DC wird durch chemische Synthese aus Flavonoiden hergestellt (z.B. aus Schalen von Zitrusfrüchten) und besitzt eine Süßkraft, die 600 bis 1500 mal so hoch ist wie die von Haushaltszucker. Verwendet wird Neohesperidin in kalorienreduzierten Getränken auf Wasserbasis, Snacks und Knabbererzeugnissen. Geringe Mengen werden über den Darm aufgenommen, doch sein Kaloriengehalt kann vernachlässigt werden.

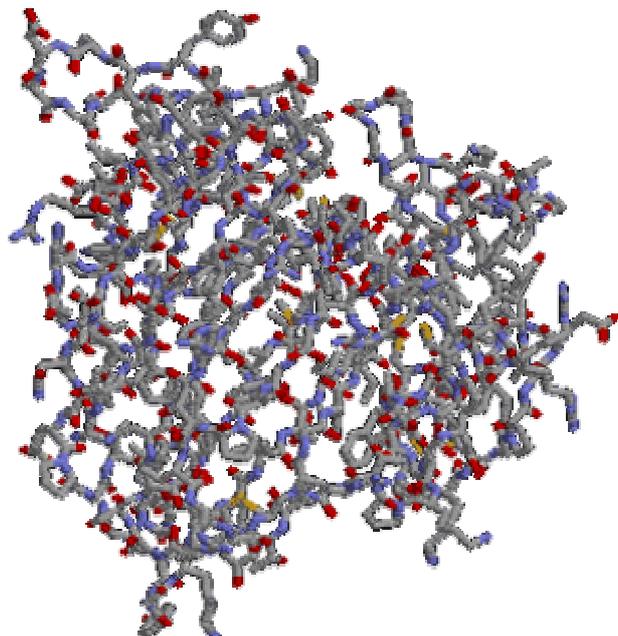
→ Saccharin (E 954): $C_7H_5NSO_3$



Dieser Süßstoff war der erste Süßstoff (1879), der industriell hergestellt wurde. Seine Süßkraft ist 550 mal so stark wie die Süßkraft des Haushaltszuckers.

Vom menschlichen Körper wird Saccharin unverändert ausgeschieden und ist daher praktisch kalorienfrei. In hohen Konzentrationen entsteht aber ein bitterer Beigeschmack, weshalb Saccharin häufig mit Cyclamat, Thaumatin und Zuckeraustauschstoffen kombiniert wird. Saccharin wird zur Herstellung von so genannten Lightprodukten und Diabetikerlebensmitteln ohne Zuckerzusatz verwendet.

→ Thaumatin (E 957):



Thaumatococcus stammt aus einer in Westafrika wachsenden Staude: Es ist ein Eiweiß aus dessen Samen. Der Süßstoff Thaumatococcus ist wegen der geringen Ausbeute jedoch sehr teuer. Vom menschlichen Körper wird Thaumatococcus schnell aufgenommen und, obwohl es ein Eiweiß ist, unverändert ausgeschieden. Es ist somit praktisch kalorienfrei.

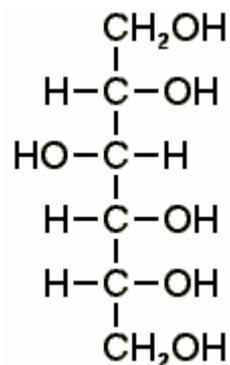
Zum Kochen und Backen eignet sich Thaumatococcus nicht, da es nicht hitzestabil ist: Beim Erhitzen schwindet der süße Geschmack. Thaumatococcus hat eine sehr hohe Süßkraft (2000-3000 mal die Süßkraft von Haushaltszucker) und wird in nur kleinen Mengen bei z.B. Süßwaren verwendet.

Zuckeraustauschstoffe:

Bei Zuckeraustauschstoffen handelt es sich im Gegensatz zu Süßstoffen um Kohlenhydrate, die im menschlichen Körper insulinunabhängig verwertet werden. Die meisten Zuckeraustauschstoffe gehören zur Gruppe der Zuckeralkohole und haben einen Energiegehalt von ca. 4 kcal pro Gramm und sind nicht kariogen.

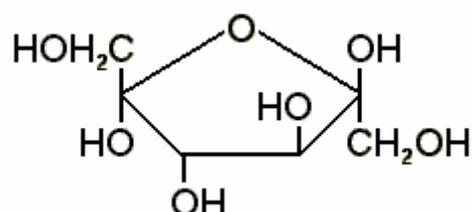
Lebensmittel mit mehr als 10% Zuckeraustauschstoffen müssen mit dem Hinweis "kann bei übermäßigem Verzehr abführend wirken" versehen sein, weil sie bei einer erhöhten Aufnahme zu Blähungen und Durchfall führen können. Zu den Zuckeraustauschstoffen zählen:

→ Sorbit (E 420): $C_6H_{14}O_6$



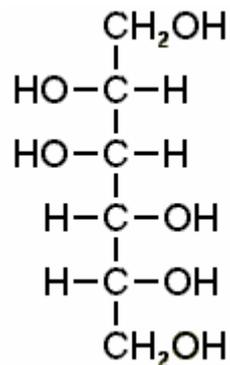
Sorbit kommt in Früchten vor, z.B. in Vogelbeeren und Pflaumen. In der Lebensmitteltechnik wird Sorbit mithilfe von Enzymen aus Glukose hergestellt und wird für zuckerfreie oder zuckerreduzierte Süßigkeiten, Diabetikerlebensmittel und Backwaren verwendet. Die Süßkraft von Sorbit beträgt gegenüber Haushaltszucker etwa 50%.

→ Fructose: $C_6H_{12}O_6$



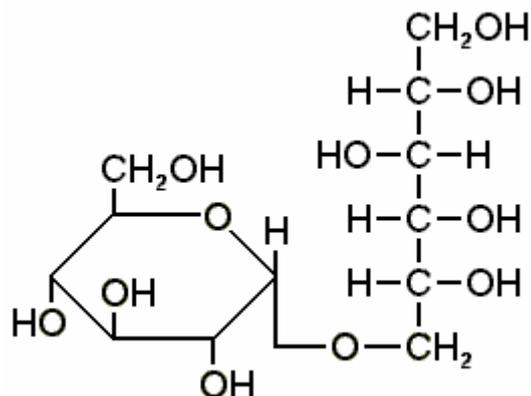
Als Monosaccharid kommt Fructose in unterschiedlichen Mengen in nahezu allen Früchten und Gemüsesorten und z. B. auch im Honig vor. Fructose wird ohne Einfluss des Hormons Insulin im Körper verstoffwechselt. Aus diesem Grund dient sie in der Diätetik auch als Zuckeraustauschstoff und wird in Diabetiker-Lebensmitteln eingesetzt. Fructose hat in etwa den gleichen Energiegehalt und die 120-fache Süßkraft wie Zucker. Im Gegensatz zur Glucose wird Fructose langsamer vom Körper aufgenommen.

→ Mannit (E 421): $C_6H_{14}O_6$



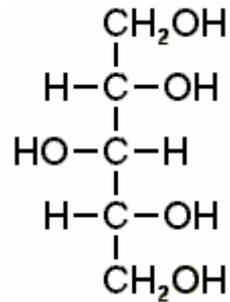
Mannit kommt in zahlreichen Pflanzen der Natur vor, kann aber auch aus Fructose hergestellt werden. Da Mannit teurer ist, wird es nur begrenzt als Zuckeraustauschstoff eingesetzt. Seine Süßkraft beträgt gegenüber Haushaltszucker um die 50%. Mannit ist oft in Vitamin- und Brausetabletten enthalten.

→ Isomalt (E 953):



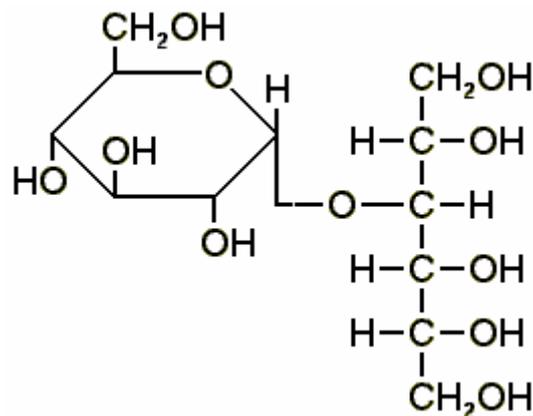
Isomalt wird synthetisch-enzymatisch aus Saccharose hergestellt, vor allem zur Herstellung von kalorienreduzierten Lebensmitteln, Speiseeis, Brotaufstrichen, Kaugummi, Süßigkeiten, Gebäck usw. Außerdem wird Isomalt als Trägerstoff für bestimmte Aromen und Vitamine verwendet. Seine Süßkraft ist nur halb so groß wie die des Haushaltszuckers.

→ Xylit (E 967): $C_5H_{12}O_5$



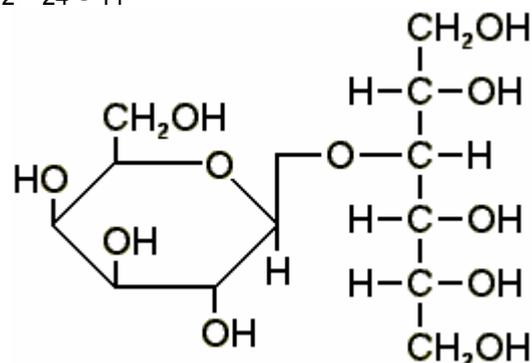
Xylit kommt in vielen Pflanzen vor und entsteht außerdem im menschlichen Körper als Zwischenprodukt im Glukosestoffwechsel. Die Herstellung erfolgt auf chemischem Wege aus Holzzucker (Xylose). Xylit erzeugt auf der Zunge einen Kühleffekt und verstärkt erfrischende Geschmacksrichtungen wie z.B. Menthol. Ansonsten wird Xylit wie Isomalt verwendet. Seine Süßkraft kommt der von Haushaltszucker sehr nahe.

→ Maltit (E965): $C_{12}H_{24}O_{11}$



Maltit wird aus chemisch-enzymatischer Verzuckerung von Stärke gewonnen. Seine Süßkraft ist 60-90% der Süßkraft des Haushaltszuckers. Die Substanz besitzt vergleichbare Eigenschaften wie das Isomalt.

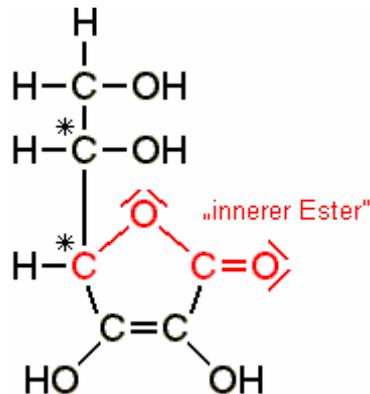
→ Lactit (E 966): $C_{12}H_{24}O_{11}$



Lactit wird auf der Basis von Lactose (Milchzucker) gewonnen. Seine Süßkraft beträgt gegenüber Haushaltszucker um die 30-40%. Die Substanz besitzt vergleichbare Eigenschaften wie das Isomalt.

Ascorbinsäure

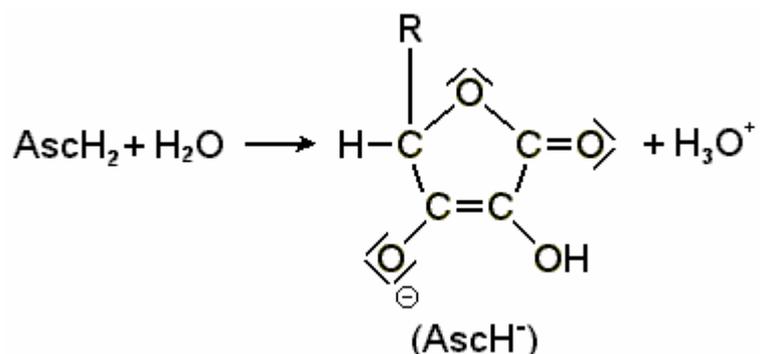
Ascorbinsäure ist der chemische Name von Vitamin C. Dahinter steckt die Abkürzung für **Antiskorbutische Säure**. Denn Vitamin C schützt vor einer früher weit verbreiteten Vitaminmangelkrankheit, dem Skorbut. Der Aufbau von Ascorbinsäure erinnert an einen Zucker, was auch daran liegt, dass sie aus einem synthetisiert wird:



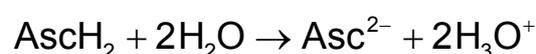
Ascorbinsäure gehört, obwohl sie sauer reagiert, nicht zu den Carbonsäuren, weil sie keine Carboxylgruppe besitzt. Diese Gruppe ist jedoch vorhanden: Sie ist im Molekül als **innerer Ester** (Lacton) versteckt. Für die Säureeigenschaft des Moleküls sind die beiden Hydroxylgruppen links und rechts der Doppelbindung verantwortlich. Man spricht auch von einem Enol bzw. einem Endiol.

1.) Lösung in Wasser:

Die Ascorbinsäure reagiert mit Wasser in zwei Stufen, da es zwei Wasserstoffatome gibt, die von jeweils einem Wassermolekül abgespalten werden können. Reagiert ein Molekül Ascorbinsäure mit einem Wassermolekül, bildet sich das Anion Hydroascorbat:

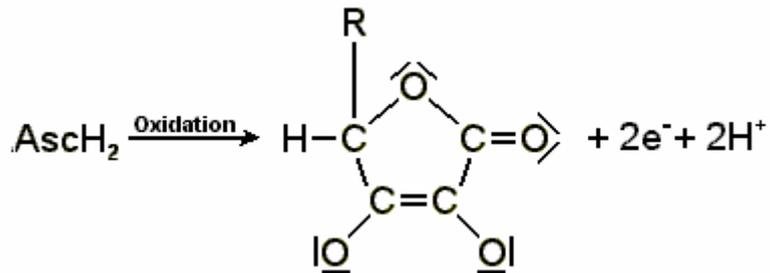


Reagiert ein Molekül Ascorbinsäure mit zwei Molekülen Wasser, bildet sich das Anion Ascorbat:



2.) Oxidation von Ascorbinsäure:

Ascorbinsäure ist sehr leicht zu oxidieren und somit ein relativ starkes Reduktionsmittel. Wie schon bei der Reaktion mit Wasser ist auch bei der Oxidation die Endiolgruppe betroffen:



Bei der Oxidation entsteht gelblich gefärbte Dehydroascorbinsäure. Die Reaktionsgleichung in Kurzschreibweise lautet:



Diese leichte Oxidierbarkeit ist die Grundlage für die komplizierten chemischen Reaktionen im Organismus, welche die Bedeutung für Vitamin C ausmachen.

Experimente mit Ascorbinsäure

Versuch 1:

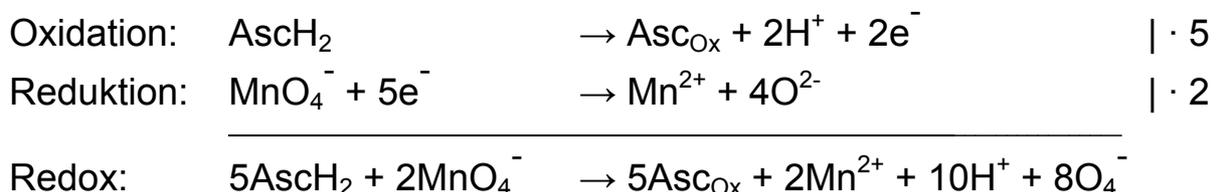
Ascorbinsäure wird mit Kaliumpermanganatlösung (KMnO_4) versetzt.

Beobachtung:

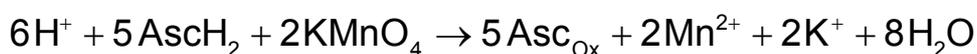
Die anfangs purpurne Lösung entfärbt sich.

Erklärung:

Das KMnO_4 oxidiert Ascorbinsäure. Dabei wird das Manganion von Oxidationsstufe +VII auf Oxidationsstufe +II reduziert:



Da die Lösung sauer, ist können noch weitere H^+ -Ionen auf die linke Seite der Reaktion hinzugefügt werden, bis beide Seiten in Hinsicht auf die Anzahl von Atomen und Ladungen übereinstimmen:



Versuch 2:

Ascorbinsäure wird mit Magnesiumpulver versetzt.

Beobachtung:

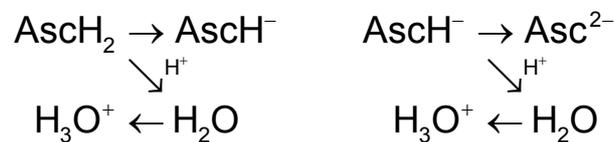
Es ist eine Gasentwicklung zu beobachten. Eine nachgestellte Knallgasprobe fällt positiv aus.

Erklärung:

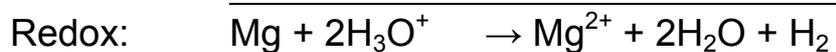
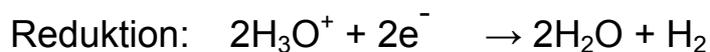
Ascorbinsäure reagiert mit Magnesium unter Bildung von Wasserstoff, der durch die Knallgasprobe nachgewiesen wird:



Diese Gleichung lässt sich in zwei Teilgleichungen zerlegen. Das ist zum einen die Dissoziation der Ascorbinsäure:



Und zum anderen die Reaktion von Magnesium und dem Oxoniumion:



Versuch 3:

Kalk und Ascorbinsäure werden zusammen mit Wasser in ein Reagenzglas gegeben.

Beobachtung:

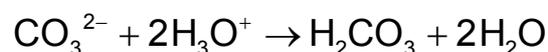
Es ist eine Gasentwicklung zu beobachten. Eine nachgestellte Knallgasprobe fällt negativ aus.

Erklärung:

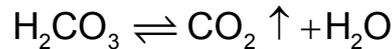
Ascorbinsäure und Kalk (Calciumcarbonat) dissoziieren in Wasser:



Die Oxoniumionen reagieren mit dem Carbonation unter Bildung von Kohlensäure:

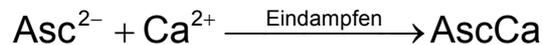


Die Gasentwicklung lässt sich dadurch erklären, dass Kohlensäure in wässriger Lösung im Gleichgewicht mit Kohlenstoffdioxid + Wasser steht:



Anmerkung:

Der nach Eindampfen der Lösung vorliegende Stoff heißt *Calciumascorbat*:



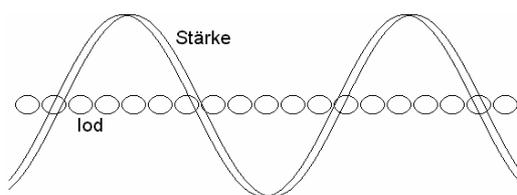
Bestimmung der Masse von Ascorbinsäure in Säften

Grundlagen der Bestimmung:

Um den Massenanteil von Ascorbinsäure in einem Liter Fruchtsaft zu ermitteln, muss man eine Verbindung verwenden, die zum einen mit AscH_2 reagiert und zum anderen anzeigt, wenn die gesamte AscH_2 reagiert ist.

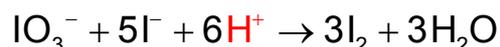
Als Titrationsmittel ist Iodatlösung, genauer: Kaliumiodatlösung, gewählt worden. Beim Titrieren würde sich dann dennoch ein Problem ergeben. Denn, obwohl das Iodation IO_3^- die Ascorbinsäure oxidiert kann ein Farbumschlag nicht beobachtet werden, weil beide Flüssigkeiten durchsichtig sind. Auch nach Zugabe eines Indikators für saure bzw. alkalische Lösungen ist das noch unmöglich, da sowohl Asc^{2-} als auch IO_3^- Säurerestionen sind. D.h. die Lösung schlägt nicht von sauer nach alkalisch um.

Der Iod-Stärke-Komplex liefert eine Möglichkeit den Endpunkt der Titration sichtbar zu machen: Iod setzt sich im Zentrum der Stärkehelix ab



und sorgt damit für die blaue bis schwarze Färbung. So ist die Titration beendet, wenn sich die Lösung bleibend blau ist. Die I_2 -Moleküle bilden sich, weil auch die I^- -Moleküle mit den Iodationen

reagieren. Diesen Vorgang nennt man *Symproportionierung*, weil Iodatome mit verschiedenen Oxidationsstufen (hier: +V und -I) auf eine Oxidationsstufe übergehen (hier: 0):



Diese Redoxreaktion des Iodats erfordert ausreichend Protonen (H^+ -Ionen), um den Sauerstoff zu aus dem Ion abzuziehen. Dazu reichen die Protonen der mehr oder weniger einprotonigen AscH_2 nicht aus. (Die zweite Dissoziationsstufe der Ascorbinsäure liegt weit im Alkalischen.)

Schwefelsäure (H₂SO₄) eignet sich unter anderem als „Protonenlieferant“, da es 2 Wasserstoffatome besitzt:



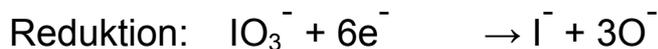
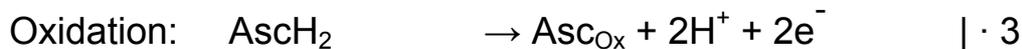
Mit diesen beiden Stoffen kann nun eine Titration durchgeführt werden, die zu einem erfolgreichen Ergebnis bei großen Mengen Ascorbinsäure führt. Sehr empfindlich ist dieser Nachweis noch nicht. Doch auch hier kann durch einen Stoff manipuliert werden. Da der Iod-Stärke-Komplex eine gewisse Menge an Iod (→ daraus bildet sich der Iod-Iodid-Komplex, der sich im Zentrum der Stärkehelix absetzt) erfordert, muss ein Iodid hinzugegeben werden, dabei ist Kaliumiodid am naheliegendsten, weil Kalium bereits mit dem Iodat vorkommt.

Versuchsablauf:

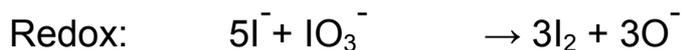
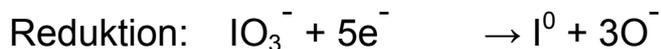
In einem Erlenmeyerkolben werden 10 ml Zitronensaft abgefüllt und mit einigen Tropfen Schwefelsäure (Konzentration irrelevant) und Stärke versetzt. In eine Messburette wird Iodatlösung (c = 0,01 mol·l⁻¹) gefüllt. Die Iodatlösung wird nun tropfenweise hinzugegeben bis eine permanente Blaufärbung eintritt: Die Titration ist beendet.

Erklärung:

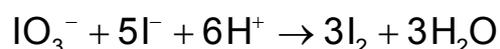
Die Redoxreaktion für Ascorbinsäure und Iodation lautet:



Ist die Ascorbinsäure komplett oxidiert, entsteht ein Überschuss an IO₃⁻-Ionen, der durch den Iod-Stärke-Komplex deutlich wird. Die Redoxgleichung der Umwandlung von I⁻ in I₂:



Mit den von der Schwefelsäure gelieferten Protonen ergibt das (vgl. oben):



Messung:

Bei einem Volumen von 10 ml der Zitronensäure mussten 0,8 ml Iodatlösung hinzugegeben werden.

Berechnung der Masse von Ascorbinsäure in 1 l Zitronensaft:

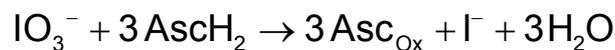
1.) Berechnung von $n(\text{IO}_3^-)$:

Die Stoffmenge der Iodatlösung wird als erstes ermittelt, weil sie die einzige Größe ist, die momentan berechenbar ist:

$$n(\text{IO}_3^-) = V(\text{IO}_3^-) \cdot c(\text{IO}_3^-) = 8 \cdot 10^{-4} \text{ l} \cdot 0,01 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 0,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

2.) Ermittlung des Stoffmengenverhältnisses:

Anhand der Reaktionsgleichung kann man das Verhältnis von $n(\text{AscH}_2)$ und $n(\text{IO}_3^-)$ ermitteln:



Daraus folgt für das Stoffmengenverhältnis:

$$\frac{n(\text{IO}_3^-)}{n(\text{AscH}_2)} = \frac{1}{3}$$

Formt man diesen Quotienten um, erhält man eine Gleichung für $n(\text{AscH}_2)$:

$$n(\text{AscH}_2) = 3 \cdot n(\text{IO}_3^-) = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

3.) Bestimmung der Masse von Ascorbinsäure:

Die Masse berechnet man, indem man den Faktor $n(\text{AscH}_2)$ in der Gleichung $m(\text{AscH}_2) = n(\text{AscH}_2) \cdot M(\text{AscH}_2)$ durch $n(\text{IO}_3^-)$ ersetzt:

$$\begin{aligned} m(\text{AscH}_2) &= n(\text{AscH}_2) \cdot M(\text{AscH}_2) \\ &= 3 \cdot n(\text{IO}_3^-) \cdot M(\text{AscH}_2) \\ &= 3 \cdot c(\text{IO}_3^-) \cdot V(\text{IO}_3^-) \cdot M(\text{AscH}_2) \end{aligned}$$

$$m(\text{AscH}_2) = 3 \cdot 0,01 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 8 \cdot 10^{-4} \text{ l} \cdot 176 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 4,224 \text{ mg}$$

Zum Schluss wird die Angabe pro 10 ml auf einen Liter umgerechnet:

$$\frac{m(\text{AscH}_2)}{1 \text{ l}} = 4,224 \text{ mg} \cdot 100 = 422,4 \text{ mg} = 0,4224 \text{ g}$$

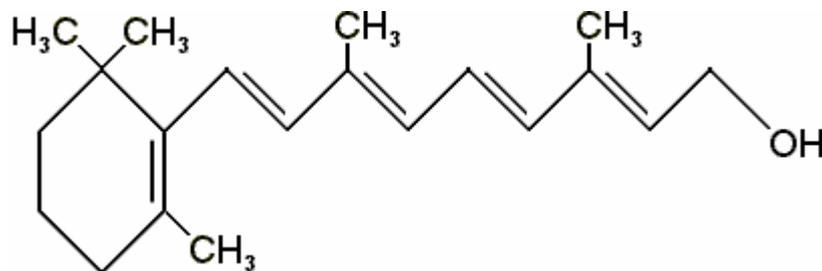
Als allgemeine Formel könnte man folgende Gleichung anwenden:

$$\frac{m(\text{AscH}_2)}{1 \text{ l}} = 52.800 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot c(\text{IO}_3^-) \cdot V(\text{IO}_3^-)$$

Vitamine

Vitamine sind organische Verbindungen, die im menschlichen Organismus lebenswichtige Funktionen besitzen und nicht oder nur in unzureichender Menge vom Körper selbst synthetisiert werden können. Vitamine sind essentielle Wirkstoffe. Vitamine übernehmen im Stoffwechsel v.a. katalytische oder steuernde Funktionen. Vitamine unterscheiden sich auch hinsichtlich ihrer verschiedenartigen Wirkungsweisen: Einige stellen Coenzyme dar, andere greifen in die Regulation des Stoffwechsels ein oder sind Hormone.

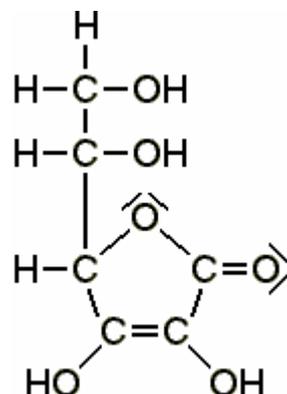
→ Vitamin A: $C_{20}H_{30}O$



Vitamin A (Retinol) ist ein fettlösliches Vitamin. In Pflanzen ist es als Vorstufe Beta-Carotin enthalten, das dann im Organismus zu Vitamin A weiterverarbeitet wird. Vitamin A ist wichtig für das Wachstum, Funktion und Aufbau von Haut und Schleimhäuten und für den Sehvorgang. Der Tagesbedarf eines Erwachsenen an Vitamin A beträgt 0,9 mg.

Bei Mangel an Vitamin A kann es zu Trockenheit der Haut, Haarausfall und verringerter Sehschärfe kommen. Eine Überversorgung mit Vitamin A kann zu Erbrechen, Durchfall und Kopfschmerzen führen. Quellen für Vitamin A sind u.a. Fisch, Leber und Milchprodukte. Beta-Carotin findet sich z.B. in Karotten, Grünkohl und orange-roten Früchten.

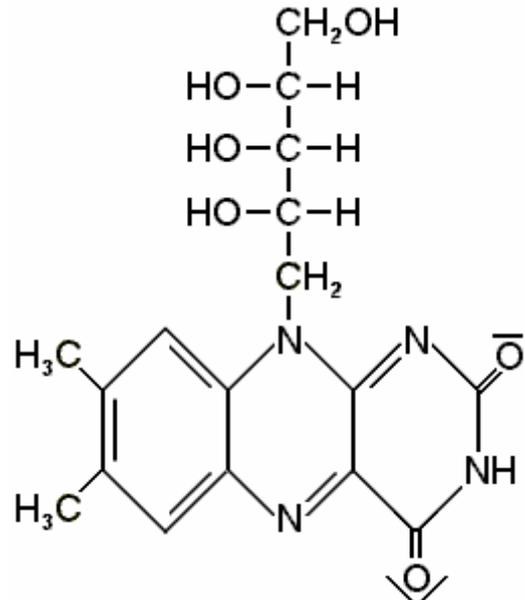
→ Vitamin C (Ascorbinsäure): $C_6H_8O_5$



Ascorbinsäure ist vor allem für die Bildung von Knochen und Zähnen, also den Aufbau von Körperstrukturen, zuständig. Weiterhin kann es Eisen aus Lebensmitteln zu resorbieren.

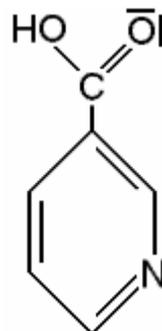
Liegt ein Mangel an Vitamin C vor, kann es zu inneren Blutungen, Zahnausfall und zellulären Veränderungen kommen. Eine Überdosis an Vitamin C ist nicht schädlich, da der Überschuss ausgeschieden wird. Vitamin C ist zum Beispiel in Broccoli, Tomaten, Zitrusfrüchten und Spinat enthalten.

→ Vitamin B2 (Riboflavin): $C_{17}H_{20}N_4O_6$



Vitamin B2 ist ein wasserlösliches Vitamin, das gelb gefärbt ist und durch Lichteinwirkung leicht zerstört werden kann. Es dient als Coenzym und spielt vor allem bei Wachstumsprozessen eine Rolle. Es kommt u.a. in Milch und Milchprodukten aber auch in Gemüse wie Broccoli, Spargel oder Spinat vor. Der tägliche Bedarf beträgt etwa 1,8 – 2 mg und wird üblicherweise durch die normale Nahrungsaufnahme gedeckt. Es kann zu Mangelerscheinungen kommen, die sich in Hautrissen und Lichtüberempfindlichkeit äußern. Überdosierungen sind beim Menschen nicht bekannt. Riboflavin kommt in Leber, Hefe und Weizenkeimen vor.

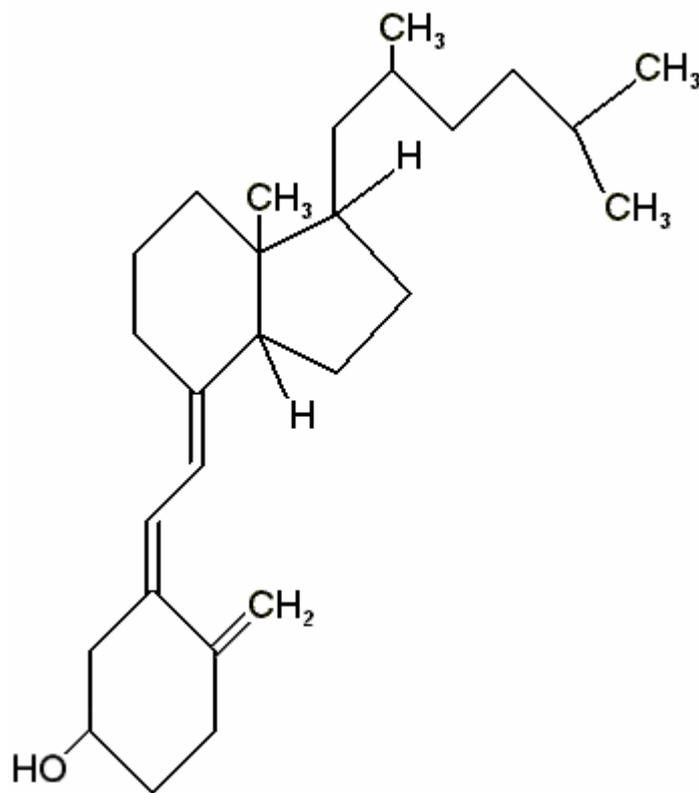
→ Vitamin B3 (Nicotinsäure): $C_6H_5NO_2$



Nicotinsäure, ein wasserlösliches Vitamin, findet sich in allen lebenden Zellen und wird in der Leber gespeichert. Es bildet einen wichtigen Bau-

stein verschiedener Coenzyme und wirkt wie ein Auslöser, ohne den es keinen richtigen Stoffwechsel und keine Resorption von Eiweiß, Fetten und Kohlenhydraten gibt. Natürliche Lieferanten von Nicotinsäure sind hochwertige Eiweißnahrungsmittel, wie Geflügel, Wild, Fisch, Pilze, usw. Auch Leber, Kaffee, verschiedene Gemüse und Obst enthalten Nicotinsäure. Der durchschnittliche Bedarf liegt bei 15 - 20 mg pro Tag. Mangelsymptome treten selten auf, da der Körper Nicotinsäure aus der Aminosäure Tryptophan bilden kann. Bei Überdosierung kommt es u.a. zu niedrigem Blutdruck, Schwindelgefühlen und erhöhtem Harnsäuregehalt im Blut.

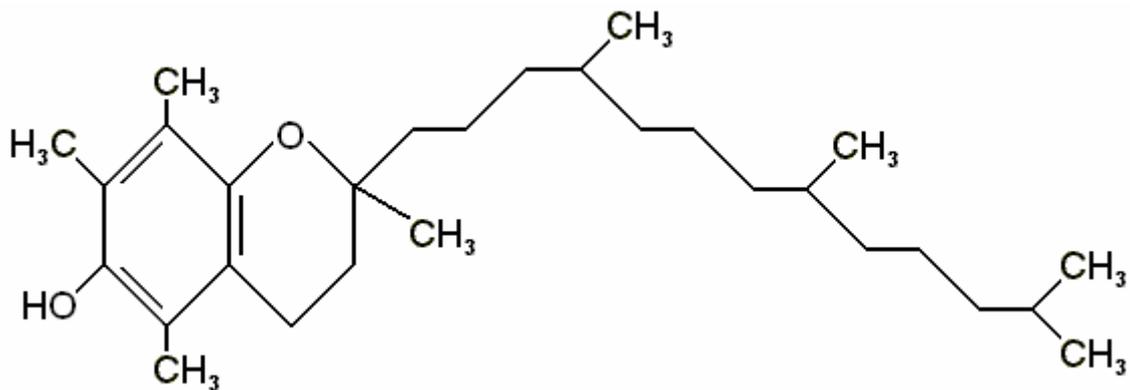
→ Vitamin D (Calciferol): $C_{27}H_{44}O$



Vitamin D ist ein fettlösliches Vitamin, das für die Regelung des Kalzium- und Phosphor-Pegels im Blut zuständig ist. Ähnlich wie Vitamin B3 kann es bei ausreichender Sonneneinstrahlung in der Haut synthetisiert werden kann und deshalb im eigentlichen Sinne kein Vitamin darstellt. Vitamin D hat auch einen hormonalen Charakter. Vitamin D findet sich in Lebertran, Hering, Eigelb und Leber.

Die täglich benötigte Dosis liegt bei 0,0025 mg. Eine Unterversorgung mit Vitamin D kann das Krankheitsbild Rachitis auslösen. D.h. in den Knochen ist nicht ausreichend Calcium eingelagert worden, so dass diese in Folge von Belastung biegen und brechen können. Eine natürliche Überdosierung ist nicht bekannt.

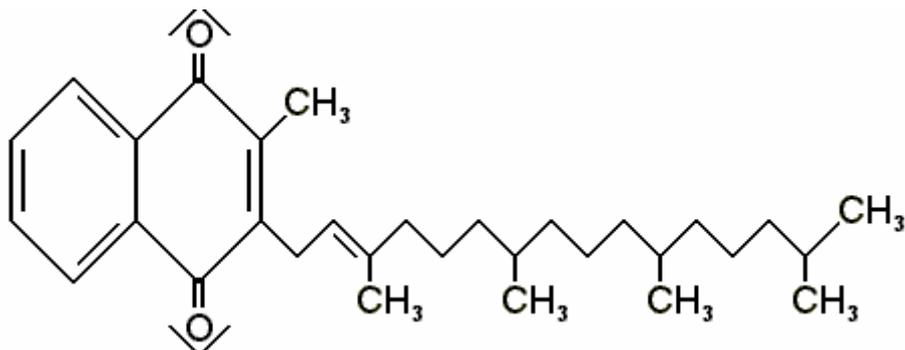
→ Vitamin E (Tocopherol): $C_{29}H_{50}O_2$



Das fettlösliche Vitamin E ist wichtig für die Bildung der roten Blutkörperchen, der Muskeln und des Gewebes. Weiterhin soll es vor Herzinfarkten, Krebs und Alzheimer schützen, den Alterungsprozess verlangsamen, die Durchblutung verbessern und Gefäßablagerungen verhindern. Der menschliche Körper kann Vitamin E speichern, so dass eine einmalige Gabe für längere Zeit wirken kann.

Die täglich erforderliche Dosis beträgt um die 12 mg. Bei starker Überdosierung wird die Aufnahme von Vitamin A und Vitamin K behindert. Weiterhin können Übelkeit, Erbrechen, Magen-Darm-Beschwerden bis hin zu Muskelschwäche, Erkrankung der Herzkranzgefäße auftreten. Außerdem kann Lebensgefahr bestehen. Mangelerscheinungen sind noch nicht aufgetreten. Vitamin E kommt in pflanzlichen Lebensmitteln, Milch und Eiern vor.

→ Vitamin K (Phyllochinon): $C_{31}H_{46}O_2$



Das fettlösliche Vitamin K ist für die Synthese bestimmter Proteine notwendig, die in der Blutgerinnung eine wichtige Rolle einnehmen. Auch bei der Biosynthese von Proteinen im Knochen, in der Niere, im Plasma und Bindegewebe spielt Vitamin K eine große Rolle.

Vitamin K Mangel zeichnet sich z.B. durch Durchfall oder leichte Durchblutungsstörungen aus, kann aber auch schlimmere Folgen haben. Abgesehen von eventuellen allergischen Reaktionen treten keine Folgen bei einer Überdosis auf. Die empfohlene Tagesdosis liegt bei 0,08 mg.

Vitamin K kommt u.a. in (Fisch-)Leber, Eigelb, grünem Blattgemüse vor.