

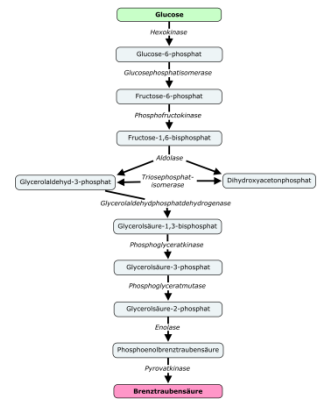
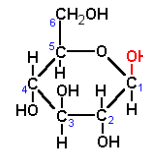
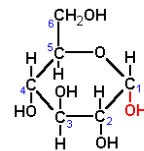
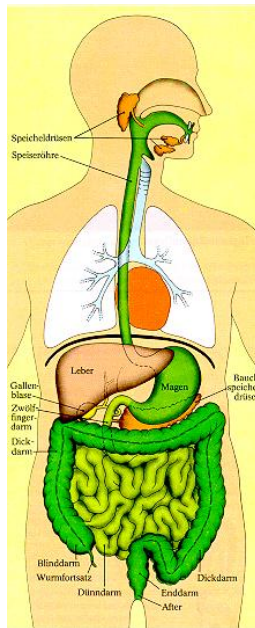
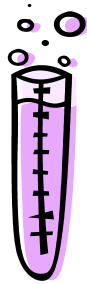
Ernährungslehre

für die Sekundarstufe II
(Fachoberschule, Fachgymnasium, Gymnasium)

Lebensmittel und ihre Bestandteile

Teil 2: Wasser, Ballaststoffe, Vitamine, Mineralstoffe, ...

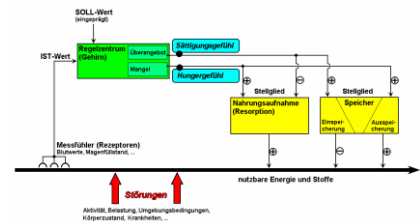
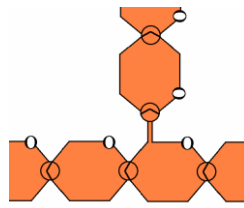
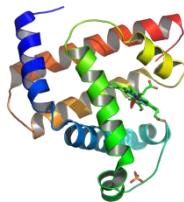
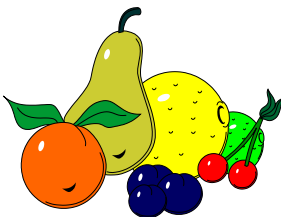
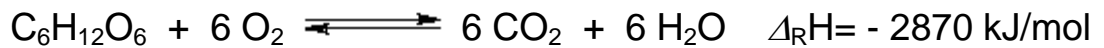
Autor: L. Drews



Stearinsäure



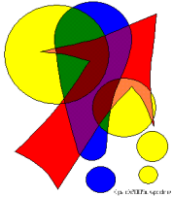
Ölsäure



V. 3.4 (2015)

Legende:

mit diesem Symbol werden zusätzliche Hinweise, Tips und weiterführende Ideen gekennzeichnet

**Nutzungsbestimmungen / Bemerkungen zur Verwendung durch Dritte:**

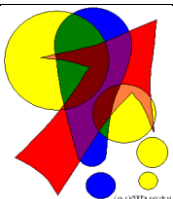
- (1) Dieses Skript (Werk) wird zur freien Nutzung in der angebotenen Form durch den Anbieter (lern-soft-projekt) bereitgestellt. Es kann unter Angabe der Quelle und / oder des Verfassers gedruckt, vervielfältigt oder in elektronischer Form veröffentlicht werden.
- (2) Das Weglassen von Abschnitten oder Teilen (z.B. Aufgaben und Lösungen) in Teildrucken ist möglich und sinnvoll (Konzentration auf die eigenen Unterrichtsziele, -inhalte und -methoden). Bei angemessen großen Auszügen gehören das vollständige Inhaltsverzeichnis und die Angabe einer Bezugsquelle für das Originalwerk zum Pflichtteil.
- (3) Ein Verkauf in jedweder Form ist ausgeschlossen. Der Aufwand für Kopierleistungen, Datenträger oder den (einfachen) Download usw. ist davon unberührt.
- (4) Änderungswünsche werden gerne entgegen genommen. Ergänzungen, Arbeitsblätter, Aufgaben und Lösungen mit eigener Autorenschaft sind möglich und werden bei konzeptioneller Passung eingearbeitet. Die Teile sind entsprechend der Autorenschaft zu kennzeichnen. Jedes Teil behält die Urheberrechte seiner Autorenschaft bei. Die hinzukommenden Urheberrechte dürfen die ursprünglichen nicht verschärfen, aussetzen oder ihnen entgegenwirken.
- (5) Zusammenstellungen, die von diesem Skript - über Zitate hinausgehende - Bestandteile enthalten, müssen verpflichtend wieder gleichwertigen Nutzungsbestimmungen unterliegen.
- (6) Diese Nutzungsbestimmungen gehören zu diesem Werk.
- (7) Der Autor behält sich das Recht vor, diese Bestimmungen zu ändern.
- (8) Andere Urheberrechte bleiben von diesen Bestimmungen unberührt.

im Prinzip entsprechen diese Nutzungsbestimmungen:

**Rechte Anderer:**

Viele der verwendeten Bilder unterliegen verschiedensten freien Lizenzen. Nach meinen Recherchen sollten alle genutzten Bilder zu einer der nachfolgenden freien Lizenzen gehören. Unabhängig von den Vorgaben der einzelnen Lizenzen sind zu jedem extern entstandenen Objekt die Quelle, und wenn bekannt, der Autor / Rechteinhaber angegeben.

public domain (pd)	Zum Gemeingut erklärte Graphiken oder Fotos (u.a.). Viele der verwendeten Bilder entstammen Webseiten / Quellen US-amerikanischer Einrichtungen, die im Regierungsauftrag mit öffentlichen Mitteln finanziert wurden und darüber rechtlich (USA) zum Gemeingut wurden. Andere kreative Leistungen wurden ohne Einschränkungen von den Urhebern freigegeben.
creative commons (cc) 	od. neu ... Namensnennung; ... nichtkommerziell; ... unter gleichen Bedingungen; ... in der gleichen Form
 gnu free document licence (GFDL; gnu fdl) copyleft	Lizenz gestattet die Vervielfältigung, Verbreitung und Veränderung des Werkes – auch zu kommerziellen Zwecken. Im Gegenzug verpflichtet sich der Lizenznehmer zur Einhaltung der Lizenzbedingungen (Pflicht zur Nennung des Autors, Verpflichtung zum Copyleft-Prinzip; Nichteinhaltung führt zum Lizenzentzug).
Die meisten verwendeten Lizenzen schließen eine kommerzielle (Weiter-)Nutzung aus!	

**Bemerkungen zur Rechtschreibung:**

Dieses Skript folgt nicht zwangsläufig der neuen **ODER** alten deutschen Rechtschreibung. Vielmehr wird vom Recht auf künstlerische Freiheit, der Freiheit der Sprache und von der Autokorrektur des Textverarbeitungsprogramms microsoft® WORD® Gebrauch gemacht.
Für Hinweise auf echte Fehler ist der Autor immer dankbar.

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
3.4. Wasser	5
3.4.1. Allgemeine physikalische und chemische Eigenschaften des Wassers	11
Bau und Struktur:.....	11
Dipolcharakter und Wasserstoff-Brückenbindung:	11
Dissoziation und pH-Wert:	12
Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität:	21
Absorption von Strahlung:	22
Dichteanomalie:.....	22
Löslichkeit und Mischbarkeit:	23
Viskosität und Oberflächenspannung	26
3.4.2. Trinkwasser.....	29
3.4.3. Küchentechnische und technologische Bedeutung des Wassers	31
3.4.3.1. Küchentechnische und technologische Bedeutung von Säuren	42
3.4.3.2. Küchentechnische und technologische Bedeutung von Basen	43
3.4.4. Nachweise für Wasser	44
3.4.5. Ergänzende Experimente zu und mit Wasser	46
3.4.6. Ergänzende Experimente zu und mit Säuren und Basen	51
3.4.7. Wasser als Lebensmittel.....	54
3.4.7.1. Wasser als Trink-Lebensmittel	54
3.4.7.2. Aufguß-Getränke	54
3.4.7.2.1. Tee	54
3.4.7.2.2. Tee-ähnliche Getränke	54
3.4.7.2.3. Kaffee	54
3.4.7.2.4. Kakao	54
3.4.7.3. Erfrischungs-Getränke	54
3.4.7.3.1. Frucht-Säfte, Frucht-Nektar, Fruchtsaft-Getränke	55
3.4.7.3.2. Limonaden, Brausen (und Cola).....	55
3.4.7.4. Trend-Getränke	55
3.4.7.4.1. Energy-Drinks, Alkopops	55
3.4.7.4.2. Near-Water-Drinks, Sport-Getränke	55
3.5. Ballaststoffe	56
3.5.1. Einteilung der Ballaststoffe	56
3.5.2. Vorkommen der Ballaststoffe.....	57
3.5.3. allgemeine (physikalische und chemische) Eigenschaften der Ballaststoffe	59
3.5.4. wichtige Ballaststoffe – kurz vorgestellt.....	60
3.5.4.1. Cellulose	60
3.5.4.2. Hemicellulosen	61
3.5.4.3. Pektine	61
3.5.4.4. Inulin.....	61
3.5.4.5. Alginate	62
3.5.4.6. Lignin.....	63
3.5.4.7. Chitin	63
3.5.4.8. weitere bedeutsame Ballaststoffe.....	63
3.5.5. Ernährungsphysiologische Bedeutung der Ballaststoffe	64
3.5.6. Gesundheitliche Bedeutung der Ballaststoffe.....	66
3.5.7. technologische Eigenschaften der Ballaststoffe und ihre Nutzung	67
3.5.8. Nachweise der Ballaststoffe	68
3.5.9. Experimente mit Ballaststoffen	69
3.6. Vitamine	70
technologische Empfehlungen zum schonenden und effektiven Umgang mit natürlichen Vitaminen ..	78
3.6.1. Nachweise der Vitamine	79
3.6.2. wichtige Vitamine im Einzelnen	82
3.6.2.1. Vitamin A, Retinole.....	82
3.6.2.2. Vitamin B ₁ , Thiamin	86
3.6.2.3. Vitamin B ₂ , Riboflavin.....	87
3.6.2.4. Vitamin B ₃ , Niacin.....	89
3.6.2.5. Vitamin B ₅ , Pantothersäure	89
3.6.2.6. Vitamin B ₆ , Pyridoxin	92
3.6.2.7. Vitamin B ₇ , Biotin.....	93
3.6.2.8. Vitamin B ₉ , Folsäure.....	93
3.6.2.9. Vitamin B ₁₂ , Cobalamin	95
3.6.2.10. unsichere Vitamine der B-Gruppe	96
3.6.2.11. Vitamin C, Ascorbinsäure	97
Exkurs: Vitamin-C-Bombe Camu-Camu	103
3.6.2.12. Vitamin(e) D, Calciferole.....	104
3.6.2.13. Vitamin(e) E, Tocopherole.....	107

3.6.2.14. Vitamin(e) K, Phyllochinone	109
3.6.3. Ergänzende Experimente zu und mit Vitaminen	111
3.7. Mineralstoffe	115
3.7.1. Mineralstoffe – allgemein	116
3.7.1.2. technologische Bedeutung	120
Metalle	121
Nichtmetalle	122
3.7.2. Kochsalz - Natriumchlorid	123
praktische (technologische) Hinweise und Tips zum sinnvollen Umgang mit Kochsalz	124
3.7.3. Calcium	125
3.7.4. Magnesium	127
3.7.5. Eisen	128
Quellen (speziell für diesen Abschnitt) / interessante Links:	131
3.7.6. Zink	132
Quellen (speziell für diesen Abschnitt) / interessante Links:	133
3.7.7. Phosphor	134
3.7.8. Ergänzende Experimente zu und mit Mineralstoffen und Salzen	135
Exkurs: orthomolekulare Medizin	143
3.8. weitere Inhaltsstoffe (Einzelstoffe)	144
3.8.1. Ethanol (Trinkalkohol, Alkohol)	144
3.8.1.3. Ethanol-haltige Getränke	144
3.8.1.3.1. Wein	144
3.8.1.3.2. Bier	148
3.8.1.3.3. Spirituosen	149
3.8.2. physikalische und chemische Eigenschaften von Ethanol	150
3.8.3. biologische Eigenschaften von Ethanol und deren Bedeutung	150
3.8.4. technologische Eigenschaften von Ethanol und deren Nutzung	150
Exkurs: Stoffwechselwege des Ethanols (Ethanol-Entgiftung)	152
3.8.5. Nachweise für Ethanol	153
3.8.5.1. qualitative Nachweise	153
3.8.5.2. quantitative Nachweise	153
3.8.1.x. Experimente zu und mit Ethanol	157
9. Literatur und Quellen	159

3.4. Wasser

Wasser ist der wohl wichtigste Stoff für das Leben auf der Erde. Das Leben ist – zumindestens in der irdischen Form – vollständig von der Anwesenheit des Wassers abhängig.

Wasser fällt hinsichtlich seiner merkmale sehr häufig auf. Heute kennen wir rund 60 Anomalien. Das sind Eigenschaften, die bei Wasser anders sind als bei (allen) anderen Stoffen. Einige Anomalien werden bei Vergleich mit Stoffen sichtbar, die eigentlich mit dem Wasser vergleichbar sind. Das können z.B. Stoffe sein, die vergleichbar gebaut sind oder etwa gleich große Moleküle bilden. Aus irgendwelchen Gründen verhält sich Wasser aber außergewöhnlich oder gar "abartig".

Schon die frühen griechischen Philosophen erkannten die Bedeutung des Wassers. EMPEDOKLES und ARISTOTELES verwendeten das Wasser in ihrer Vier-Elemente-Lehre (Feuer, Wasser, Luft und Erde). Der Philosoph THALES VON MILET sah das Wasser sogar als die Quelle (Urstoff) allen Seins.

Auch in der taoistischen Fünf-Elemente-Lehre (asiatische Mythologie / Philosophie) ist es neben Holz, Feuer, Erde und Metall vertreten.

PLATON ordnete in seiner Natur-Lehre dem Wasser einen Icosaeder (Icosahedron) als Grundkörper zu (PLATONSche Körper).

In den verschiedensten Religionen kommt dem Wasser eine große Bedeutung zu. So wird es im Islam zur Reinigung (symbolisch: der Hände und Füße) vor dem Gebet benutzt. Die Hindus sollen mindestens einmal ein rituelles Bad im Ganges (gr. indischer Fluß) vollziehen. Im christlichen Glauben wird es zur Taufe benutzt. Früher tauchte man den Täufling unter – heute nutzt man symbolisch das Besprengen / Beträufeln, um die innere Umkehr zu vollziehen.

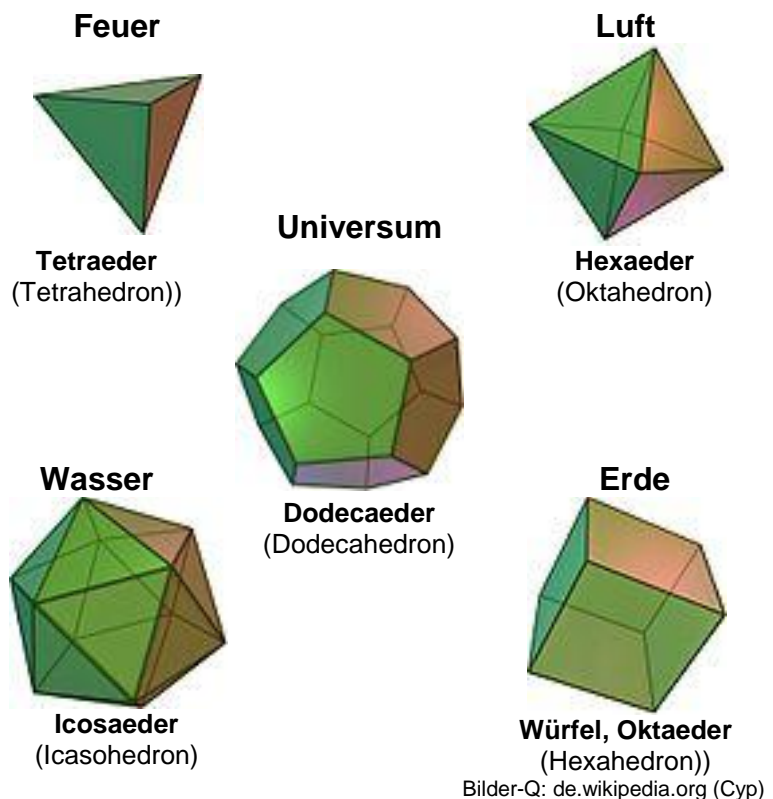
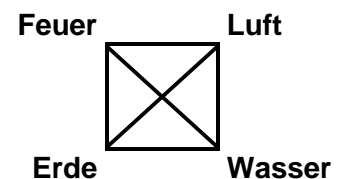
In der Esoterik werden ausgewähltem (behandeltem) Wasser (Polywasser, HADO-Energie, ...) besondere Kräfte zugesprochen.

Wenn auch verschiedene interessante Effekte auftauchen (Wirkung homöopathischer Lösungen, ...), so sind für diese nicht immer nachvollziehbare und testbare Erklärungen verfügbar. In vielen Fällen sind auch überhaupt keine wissenschaftlichen Erklärungen bekannt. (Was nicht heißen soll, das es diese oder andere Effekte nicht gibt. Sie sind nur derzeit nicht wissenschaftlich erfassbar)



Wasser

Q: de.wikipedia.org (Roger McLassus)



Bilder-Q: de.wikipedia.org (Cyp)

Wasser ist besonders aus naturwissenschaftlicher Sicht ein bemerkenswerter Stoff. So ist Wasser auf der Erde die einzige natürliche Flüssigkeit. Zudem ist es der einzige natürliche Stoff auf der Erde, der in allen drei Aggregatzuständen (**fest: Eis; flüssig: Wasser; gasförmig: (Wasser-)Dampf**) frei vorkommt. Auf unserem Heimatplaneten ist das Wasser einer der häufigsten Stoffe. Rund 72 % der Erdoberfläche sind Gewässer, aber nur 4,5 % des Wassers auf der Erde ist Süßwasser. Von diesem sind wiederum nur rund 1 % als Trinkwasser nutzbar. Somit ist Trinkwasser auch eine sehr kostbare Ressource, die es zu schützen gilt und mit der man sparsam umgehen sollte.



Wasser kommt unter natürlichen Bedingungen in allen drei Aggregatzuständen vor (Eisberg in Argentinien)

Q: de.wikipedia.org (Roger McLassusIlyaHaykinson)

Auf der Erde kommt nur eine Eis-Sorte vor. Dieses hat eine hexagonale Kristall-Struktur. Dies ist deshalb etwas ungewöhnlich, weil im Weltraum eher andere Kristall-Strukturen des Eises vorkommen.

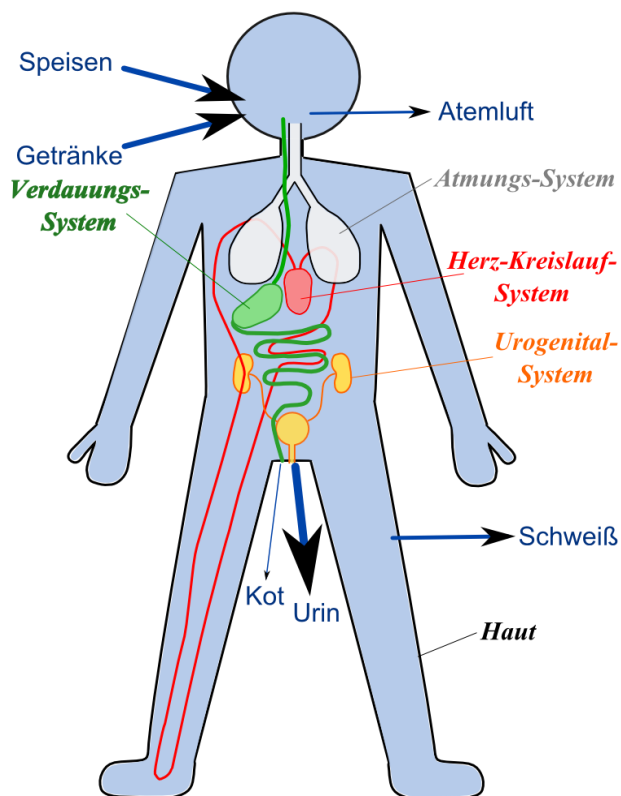
Wasser ist der Stoff, von dem wir uns am Meisten ernähren und den wir am Häufigsten ausscheiden. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass Wasser für sich keinen Nährwert hat. Es ist also kein Nährstoff im engeren Sinne – erfüllt aber andere wichtige Funktionen. Deshalb wird es in der Ernährungslehre als nicht-wertgebender Nährstoff geführt.

Da unser Körper im Wesentlichen aus Wasser (rund 70%) aufgebaut ist, spielt auch der Austausch von Wasser mit der Umgebung eine wichtige Rolle. Ein ausgeglichener Wasserhaushalt bedeutet eine gleichgroße Wasseraufnahme wie Wasserabgabe.

Wasseraufnahme = Wasserabgabe

Wasser gelangt in – und verlässt – den menschlichen Körper auf den verschiedensten Wegen. Neben dem eigentlichen Trinken wird Wasser vorrangig über die anderen Lebensmittel aufgenommen, die ja auch wieder durchschnittlich 70 % Wasser enthalten.

Interessant ist der recht hohe Anteil an selbst produziertem Wasser (Oxidationswasser) durch die verschiedensten biochemischen Vorgänge. Einige Organismen (Mehlwürmer (Larven des Mehlkäfers)) kommen sogar vollständig mit diesem Wasser aus und müssen nicht trinken.



Grobübersicht zum Wasserhaushalt des Menschen

Wasseraufnahme und -gewinn pro Tag	Wasserabgabe pro Tag
1500 ml Getränke 1300 ml Speisen (davon: 300 ml Oxidationswasser)	1650 ml Urin 650 ml Schweiß 350 ml Ausatemluft 150 ml Kot
2800 ml im Durchschnitt	2800 ml im Durchschnitt

Der größte Teil des "verbrauchten" Wassers wird in flüssiger Form als Urin oder Schweiß abgegeben. In gebundener Form (als Quellwasser) geben wir Wasser mit dem Kot ab. Der Rest wird im gasförmigen Zustand als Wasserdampf durch die Lungen freigesetzt.

Das Wasser (rund 42 – 55 ℓ (bei einem Erwachsenen)) ist im Körper – in den einzelnen Geweben und Organen – sehr unterschiedlich verteilt.

So enthält das Knochengewebe sehr wenig Wasser, während das Blut mit rund 55 % einen sehr großen Eigenanteil hat.

70 % des gesamten Wassers steckt im Zell-Plasma der Körper-Zellen (insg. 28 – 35 ℓ). Dieses Wasser ist relativ stark gebunden.

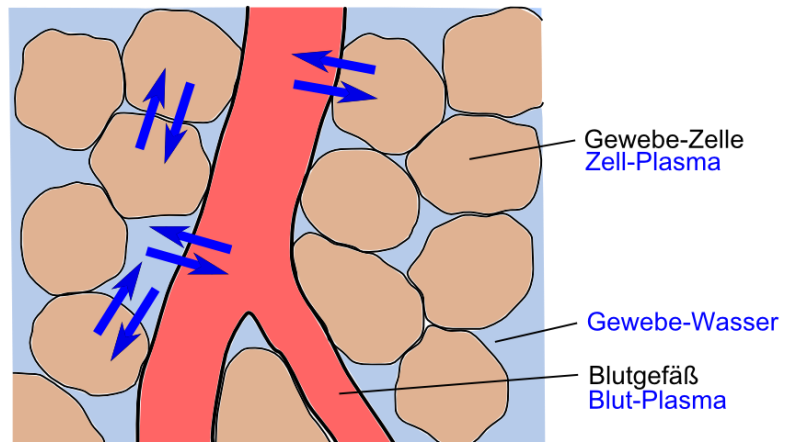
Das Blut-Wasser macht rund 10 % aus (insg. 4 – 5 ℓ). Die restlichen 20 % sind zwischen den Zellen und Organen als Gewebe- und / oder Körperflüssigkeit eingelagert (insg. 10 – 15 ℓ).

Im gesunden Verdauungstrakt befinden sich rund 6 - 8 Liter Wasser, die aber sachlich nicht zum Körper-Wasser gehören.

Die Gewebe- und Körperflüssigkeit stellt wenig gebundenes Wasser dar und dient sozusagen als Wasser-Speicher und Wasser-Puffer.

In knappen Zeiten wird dieses Reservoir zuerst genutzt, um Defizite auszugleichen.

Da das gesamte Wasser eines Körpers über direkte oder indirekte Transportwege miteinander verbunden ist, wirken sich Mangel- oder Überfluß-Situationen über kurz oder lang im gesamten Körper aus.



Wege des Wassers im Gewebe

		Sekretion [ℓ / d]
Mund	Speichel	1 – 2
Magen	Magensäure (Salzsäure)	2 – 3
Zwölffingerdarm	Bauchspeichel	1,0 – 1,5
Leber	Galle	0,5 – 1,0
Dünndarm	Darmsaft	– 3

Aufgaben:

- Beschreiben Sie den Wasserhaushalt eines Menschen! Gehen Sie dabei auf die prinzipiellen Wege des Wassers durch den Körper ein!*
- Berechnen Sie für Ihre Körpermasse (ersatzweise ♀ : 60 kg; ♂ : 70 kg) die Wassermenge für die oben erwähnten Bereiche!*

Schon bei einer 1%igen Verringerung (Reduktion) des Wassergehalts in unserem Körper empfinden wir Menschen starken Durst. Durst oder Wassermangel scheint der Normalfall zu sein, denn für das Gegenteil haben wir nicht einmal ein klares Wort.

Für gesunde Menschen wird eine durchschnittliche Wasser-Aufnahme von 30 ml je kg Körpergewicht empfohlen.

Die notwendige Wasseraufnahme erfolgt nicht nur durch trinken, sondern auch über den Wassergehalt in den Nahrungsmitteln.

Lebensmittel	Wassergehalt [%]
Gurken	98
Spargel	94
Milch (3,5% Fett)	88
Gemüse	70 – 90
Obst	70 – 90
Eier	77
Fleisch	65 – 75
Hering	68
frische Erdnüsse	45

Lebensmittel	Wassergehalt [%]
Brot	35
Honig	17 – 20
Margarine	16 – 18
Butter	15
Getreide-Mehl	12 – 14
Nudeln, roh	10
Kaffee-Bohnen, geröstet	5
Milchpulver	4
Speck	<1
Speise-Öl	0

Die Bedeutung des Wassers für den menschlichen Körper ist sehr groß und findet sich in sehr verschiedenen Funktionen wieder. Wasser ist:

- das **Kühlmittel** des Körpers: 2,5 Millionen Schweißdrüsen fördern salzhaltiges Wasser auf die Haut (Transpiration), dort verdunstet es unter Wärmeentzug und kühlt dadurch
- ein **Wärmetransporteur**: mit Blut und anderen Körperflüssigkeiten wird Wärme von besonders intensiv arbeitenden Organen zur Ableitungs- od. Ausgleich-Gebieten gebracht
- ein **Universallösungsmittel**: für Lebensmittelbestandteile (z.B. Nährstoffe), Stoffwechselabfälle, Giftstoffe, Medikamente in Blut, Urin, Schweiß und Zellflüssigkeit (Medium für die Stoffwechselfvorgänge, Lösung von Enzymen usw.)
- ein **Verdünnungsmittel**:
- das **Transportmittel**: für gelöste Stoffe, die über das Blutgefäßsystem in die hintersten Winkel des Körpers gelangen
auf die gleiche Weise wird auch Wärme verteilt
- ein **Grundstoff** (Baustoff): jede Körperzelle enthält Wasser, je höher ihr Wasserdruck, desto straffer ist sie
Wasser verleiht Zellen und Geweben ihre Festigkeit. Sie wären ohne ausreichenden Zellinnendruck schlaff und faltig (z.B. Haut). Im höheren Alter nimmt der Zellinnendruck und die Wasserbindefähigkeit der Zellen ab. Zusätzliches Trinken strafft unsere Zellen und Gewebe auch dann nicht, da Überschüsse grundsätzlich ausgeschieden werden.

- das **Quellmittel:** für Eiweiße und langkettige Kohlenhydrate, Ohne eingelagertes Wasser sind sie biologisch nicht verwertbar.
- ein **Reaktionsmittel:** viele chemische Vorgänge benötigen Wasser oder setzen es frei. Der Großteil der Lebensprozesse ist an ein wässriges Milieu in den Zellen (Zellplasma) gebunden.

Aufgaben:

1. Finden Sie an Hand von Etiketten oder Ihrem Wissen Lebensmittel, die ungefähr den angegebenen Wasser-Gehalt haben!

Wasser-Gehalt	Lebensmittel
100 %	
100 – 90 %	
90 – 80 %	
80 – 70 %	
70 – 60 %	
60 – 50 %	

Wasser-Gehalt	Lebensmittel
50 – 40 %	
40 – 30 %	
30 – 20 %	
20 – 10 %	
10 – 0 %	
0 %	

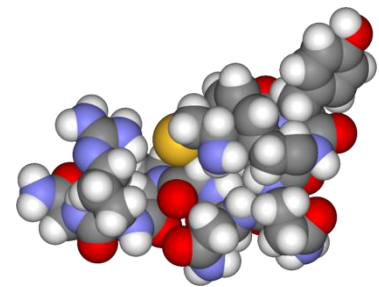
ADH – anti-diuretisches Hormon ((Arginin-)Vasopressin)
aus Hypophyse (Hinterlappen)

Peptid-Hormon

ADH koppelt an Aquaporine in den Zellmembranen und macht diese für Wasser durchlässig

cyclisches Peptid mit Peptid-Seitenkette

mehr ADH bewirkt: (z.B. bei Flüssigkeitsmangel / -
Unterversorgung / Durst; vermehrte Salz-Aufnahme)
verstärkte Rück-Resorption des Wasser in der Niere und im
Darm → verringerte Harn-Produktion, festerer Kot
Gefäß-Verengung



Kalotten-Modell des ADH
Q: de.wikipedia.org (Fvasconcellos)

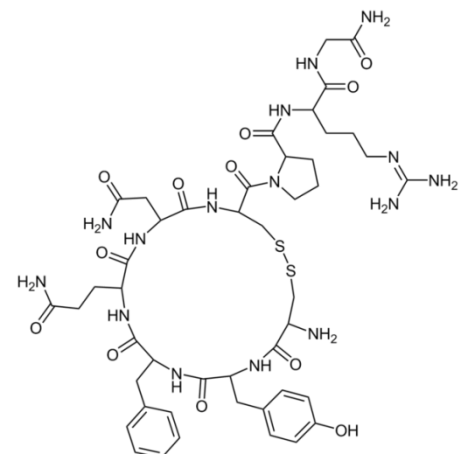
weniger ADH bewirkt:

verringerte Rück-Resorption des Wasser in der Niere
und im Darm → erhöhte Harn-Produktion, weicherer Kot
Gefäß-Erweiterung

als Medikament bei Blut-Unterdruck-Erkrankungen und
bei Schock-Zuständen eingesetzt

Alkohol senkt Freisetzung (Sekretion) von ADH → ver-
mehrte Wasser-Ausscheidung → Wasser-Mangel indu-
ziert → (Nach-)Durst
Wassermangel in den Nerven-Zellen bewirkt veränderte
Signal-Übertragung an den Synapsen → Kopf-Schmerz

Nikotin erhöht ADH im Blut



Gitter-Struktur des ADH
Q: de.wikipedia.org (Crazy-Chemist)

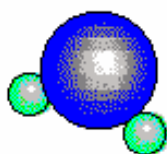
Aufgaben für die gehobene Anspruchsebene:

1. Erklären Sie, warum man bei einem Schock-Zustand Vasopressin als Medikament einsetzen könnte!
2. Bewerten Sie die Meinung eines "Helfers", der bei einem beobachteten leichtem Schock-Zustand das Rauchen einer Zigarette empfiehlt!
3. Finden Sie in der Gitter-Struktur die einzelnen Aminosäuren (ges.: 9) und ermitteln Sie deren Namen!

3.4.1. Allgemeine physikalische und chemische Eigenschaften des Wassers

Die Aufzählung oder Wiederholung der üblichen Eigenschaften ersparen wir uns hier. Interessieren wollen wir uns etwas genauer für die Lösungsprozesse und solchen Eigenschaften, die bei modernen Garmethoden oder in Küchenprozessen ausgenutzt werden.

Bau und Struktur:



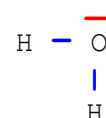
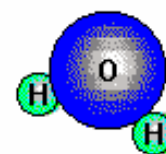
Jedes Wasser-Molekül (Abbildung links) besteht aus zwei Atomen Wasserstoff und einem Atom Sauerstoff (Abbildung rechts).

Somit ergibt sich die chemische Formel: H_2O

Der gewinkelte Bau ergibt sich durch die zwei freien Elektronenpärchen (rot) am Sauerstoff-Atom.

Sie sind – genau wie die Bindungselektronenpärchen (blau) – negativ geladen und stoßen sich deshalb maximal voneinander ab.

Räumlich gesehen entsteht ein Tetraeder (Dreieckspyramide). An zwei Ecken sind die Wasserstoffatome angebunden. An den anderen beiden Ecken befinden sich die freien Elektronenpärchen.



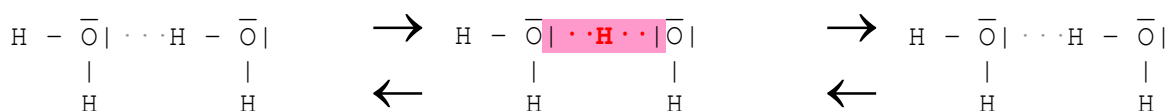
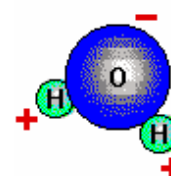
Dipolcharakter und Wasserstoff-Brückenbindung:

Das Wasser-Molekül ist ein Dipol. D.h. es beinhaltet sowohl positiv als auch negativ geladene Regionen. Ursache dafür ist die starke Anziehung der negativ geladenen Elektronen durch den positiv geladenen Sauerstoff-Atomkern. Die bindenden Elektronenpaare zwischen Sauerstoff- und Wasserstoff-Atom werden zum Sauerstoff hin gezogen. (Sauerstoff hat eine höhere Elektronegativität als Wasserstoff. $\text{EN}[\text{O}] = 2,5 > \text{EN}[\text{H}] = 2,1$)

Die Ladungen sind nicht vollständig ausgeprägt, sondern nur teilweise (partiell) vorhanden. Sonst wäre Wasser ein Zwitter-Ion und würde als salzartiger Stoff bzw. Ionen-Kristall auftreten.

Die unterschiedlich geladenen Regionen verschiedener Moleküle ziehen sich gegenseitig an.

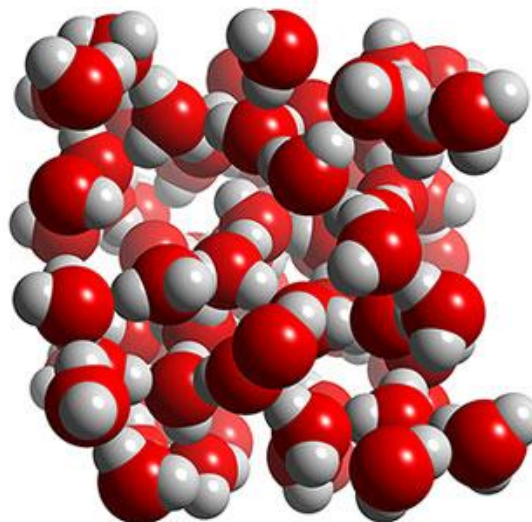
Die teilweise positiv geladenen Wasserstoff-Atome werden auch von den teilweise negativen Sauerstoff-Atomen anderer Wasser-Moleküle angezogen. Die Wasserstoff-Ionen sind dabei so auf die Elektronen lüstern, dass sie sich nicht eindeutig zwischen dem Sauerstoff-Atom des eigenen Moleküls und dem des Nachbarmoleküls entscheiden können. Sie bleiben in der Mitte zwischen beiden hängen. Sie bilden sozusagen eine Brücke zwischen zwei Molekülen. Man bezeichnet diese deshalb auch als Wasserstoff-Brückenbindung.



Wasserstoffbrücke

Im Wasser bilden die Moleküle ein vernetztes Geflecht aus Wassermolekülen, die einander mit Wasserstoff-Brücken festhalten. Die einzelnen Brücken existieren nur wenige Sekunden. Es werden ständig neue Brücken aufgebaut, während in der unmittelbaren Umgebung Brücken wieder zerfallen.

Die Wasser-Moleküle bilden temporäre Gruppen bzw. "Schwärme". Sie werden Cluster genannt. Ständig kommen neue Moleküle zu einem Cluster dazu bzw. wechseln von einem zum anderen. Andere Wasser-Moleküle verlassen die Cluster. Bei einer bestimmten Temperatur ist die Teilchenzahl in einem Cluster relativ stabil. Die typischen Wasser-Cluster bei 0 °C bestehen aus 65 Molekülen. Bei 100 °C sind es dagegen nur noch 12 Moleküle in einem Cluster.



Q: www.3dchem.com

Viele der seltsamen Eigenschaften des Wassers wie z.B. die Dichteanomalie bei 4 °C, das Lösungsvermögen von polaren und ionischen Substanzen und die - viel zu hoch liegenden - Schmelz- und Siedepunkte haben ihre Ursache in den Wasserstoff-Brücken.

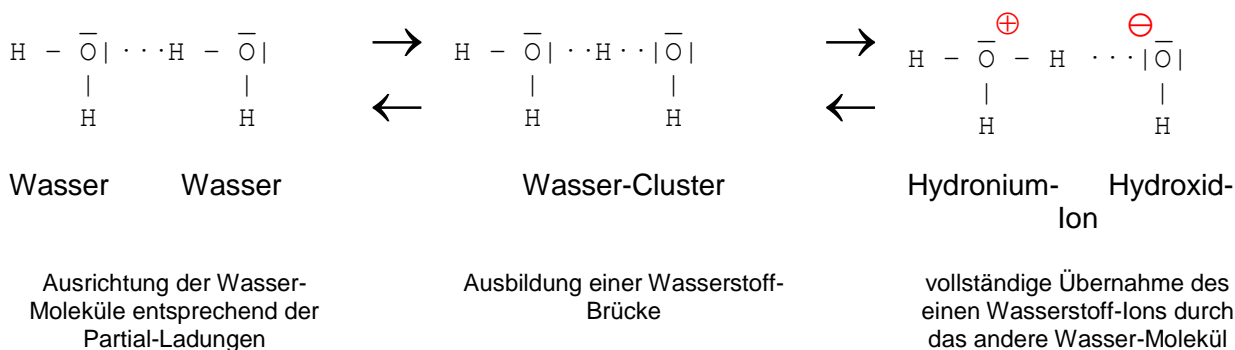
Wasser ohne Wasserstoff-Brückenbindung hätte z.B. eine Siedetemperatur von -80 °C.

Der Dipol des Wasser-Moleküls wird in Induktionsherden genutzt, um zu heizen. Durch Magnetfelder werden Teilchen mit Ladungen ausgerichtet. Im Induktionsherd wird nun – bedingt durch den angelegten Wechselstrom – das Magnetfeld 50 x pro Sekunde hin- und hergepolt. Die Wasserteilchen richten sich also 100 x pro Sekunde neu aus. Dabei reiben sie sich aneinander und an anderen Molekülen – sie erwärmen sich (und die restliche Topffüllung).

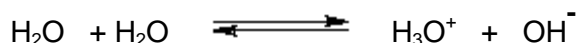
Die Wasserstoff-Brücken-Bindungen sind es auch, die wir heute für die meisten Anomalien des Wassers verantwortlich machen können. Einige werden wir nachfolgend noch etwas genauer besprechen.

Dissoziation und pH-Wert:

Manche Wasserstoff-Atome werden von dem fremden Sauerstoff aus dem eigenen Molekül entrissen und festgehalten. Als Ergebnis entstehen zwei Ionen, da das Bindungs-Elektronen-Pärchen beim Sauerstoff verbleibt. Das Wasser-Molekül ohne das Wasserstoff-Ion wird zum Hydroxid-Ion. Das Wasser-Molekül mit dem zusätzlichen Wasserstoff-Ion wird zum Hydronium-Ion.

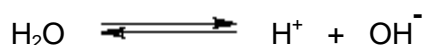


Als chemische Gleichung stellen wir den Vorgang (Dissoziation / Protolyse / Autolyse des Wassers) dann so dar:



Chemisch gesehen, ist dies eine Reaktion mit Protonen-Übergang (Protolyse, Säure-Base-Reaktion (nach BRÖNSTEDT)). Da die Reaktion innerhalb des Stoffes – also mit seinen eigenen Molekülen stattfindet – sprechen wir von einer **Autoprotolyse**.

Aus praktischen Gründen lässt man vielfach das zweite Wasser-Molekül unbetrachtet. Für die Zwecke der Ernährungslehre reicht solche vereinfachte Darstellung im Allgemeinen auch aus. Somit ergibt sich die (vereinfachte) chemische Formel:



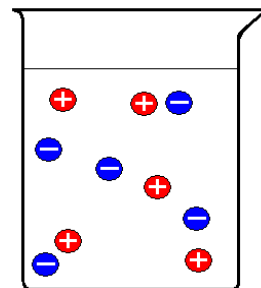
Dies erklärt aber die wahren Verhältnisse sehr stark. Wasserstoff-Ionen (Protonen) kommen praktisch in Lösungen nie einzeln vor. Das Hydronium-Ion ist – chemisch gesehen – die bessere Darstellung. In der Realität entstehen noch größere Ionen (z.B. Oxonium-Ion: H_5O_2^+). Mehrere Wasser-Moleküle verschmelzen mit dem Wasserstoff-Ion zu recht dynamischen Clustern (Klumpen).

Die Wasserstoff-Ionen (Hydronium-Ionen) \oplus machen das Wasser sauer. Von den Hydroxid-Ionen \ominus leitet sich der basische Charakter ab. Da im Augenblick beide in der gleichen Anzahl vorkommen, ist das Wasser nach außen hin neutral. Erst beim Überschuss einer Ionen-Art prägt sich ein saurer oder basischer Charakter aus.

In normalem Wasser dissoziiert nur eines von rund 555.000.000 Molekülen ($= 55,5 \cdot 10^7$) zu einem bestimmten Zeitpunkt. Geht man davon aus, dass in einem Liter Wasser rund 55,5 mol Wasser-Moleküle vorkommen, dann ergibt sich für die Hydronium- bzw. entsprechend auch die der Hydroxid-Ionen eine Konzentration von 10^{-7} mol/l.

Da solche Zahlen auch für Chemiker unhandlich sind, wurde der pH-Wert als einfachere und verständlichere Form der Konzentration der Hydronium-Ionen entwickelt.

Die exakte Berechnung des pH-Wertes (pH = pondus hydrogenii bzw. potentia hydrogenii (Kraft / Gewicht des Wasserstoffs)) erfolgt über die Aktivität der Wasserstoff-Ionen (Protonen). Da die Aktivität nicht so einfach zugänglich ist, wird ersatzweise an gleicher Stelle die Konzentration der Wasserstoff-Ionen (bzw. Hydronium-Ionen) benutzt.



$$pH = -\lg c_{\text{H}^+} \quad (\text{negativer dekadischer Logarithmus der Konzentration der Hydronium-Ionen})$$

Natürlich lässt sich mit der Formel auch die Konzentration der Hydronium-Ionen (Wasserstoff-Ionen) aus einem gegebenen pH-Wert berechnen:

$$c_{\text{H}^+} = 10^{-pH}$$

Aufgaben:

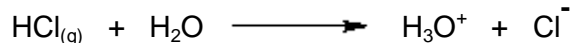
1. Finden Sie heraus, wie auf Ihrem Taschenrechner der dekadische Logarithmus (\lg bzw. \log_{10}) und deren Umkehrfunktion (10^x) berechnet werden können! Notieren Sie sich eventuell die Tasten-Kombinationen oder -Folgen, die zum Berechnen entsprechend der Formeln für den pH -Wert notwendig sind!
2. Übernehmen Sie die nachfolgende(n) Tabelle(n) und berechnen Sie die fehlenden Werte!

Konzentration der Hydronium-Ionen [mol / l]	pH
0,1	
	2
0,000.1	
$1,0 \cdot 10^{-5}$	
	7
10^{-8}	
0,000.000.000.1	
	12
10^{-14}	

Konzentration der Hydronium-Ionen [mol / l]	pH
0,5	
	2,5
0,002.5	
0,03	
$1,5 \cdot 10^{-6}$	
10^{-10}	
	4,75
	-1
$0,1 \cdot 10^{-12}$	

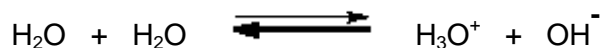
3. Berechnen Sie für jeden pH -Wert von 1 bis 14 die Konzentration der Wasserstoff-Ionen! Stellen Sie z. B. mit Hilfe eines Tabellen-Kalkulations-Programmes (z. B. microsoft EXCEL oder openoffice bzw. libreoffice CALC) in einem Diagramm die Konzentration der Wasserstoff-Ionen (x-Achse) gegen den pH -Wert (y-Achse) dar! Welches Problem tritt dabei auf?
4. Erstellen Sie ein weiteres Diagramm – wie das aus Aufgabe 3 – nur das dieses Mal die x-Achse eine logarithmische Skalierung bekommt!
5. Warum entsteht jetzt ein völlig anderer Graph? Erklären Sie dessen Verlauf!

Gibt man nun bestimmte Stoffe (z.B. Chlorwasserstoff, Schwefelsäure, Natriumhydroxid od. Ammoniak) in das Wasser, dann verändern sich die Konzentrationen der Hydronium- und Hydroxid-Ionen. Betrachten wir zuerst die Zugabe (Einleitung) von Chlorwasserstoff-Gas:



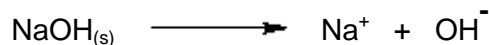
Das Chlorwasserstoff-Gas löst sich im Wasser und es bilden sich Hydronium-Ionen \oplus und Chlorid-Ionen \ominus . Da die Chlorid-Ionen in unseren Säure-Base-Betrachtungen keine Rolle spielen, sind sie grau dargestellt. Die Chlorid-Ionen könnte man mit Silbernitrat (Ausfällung als Silberchlorid) sehr gut (auch simultan) nachweisen.

Die überzähligen Hydronium-Ionen reagieren mit den meisten der Hydroxid-Ionen, die aus der Autoprotolyse im Wasser vorhanden sind. In den folgenden Betrachtungen vernachlässigen wir solche Ionen, die sich praktischerweise ausgleichen bzw. sich gegenseitig überdecken. Durch das Überangebot an Reaktionsprodukten wird das chemische Gleichgewicht in der Protolyse (des Wassers) weiter zu den Ausgangsstoffen hin verschoben.



Die vielen "verbliebenen" Hydronium-Ionen erniedrigen den pH-Wert. Bei Säuren liegt er ja bekanntermaßen bei unter 7.

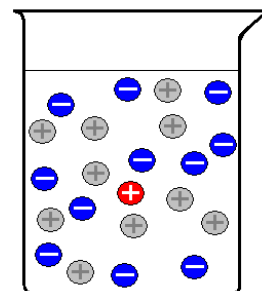
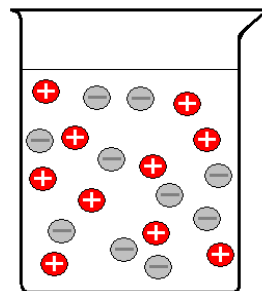
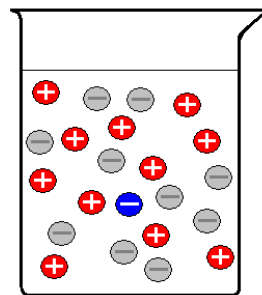
Ähnlich verhält es sich z.B. bei der Zugabe von festem Natriumhydroxid. Dieses zerfällt im Wasser zu positiv geladenen Natrium-Ionen \oplus und den Hydroxid-Ionen \ominus .



Entscheidend für uns ist aber, dass jetzt durch das Überangebot an Hydroxid-Ionen die Konzentration der Hydronium-Ionen fällt. Nur diese werden für die pH-Wert-Berechnung betrachtet. So kommt man dann auf Werte, die deutlich größer als 7 sind.

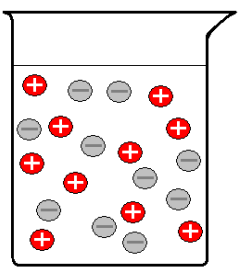
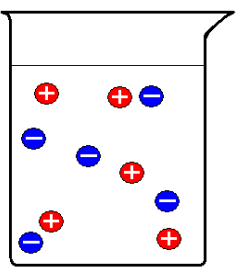
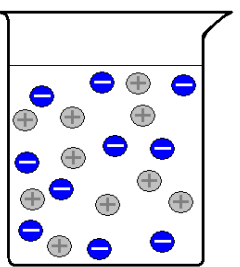
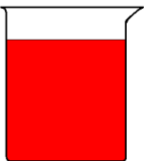
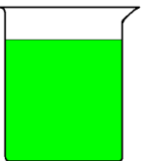
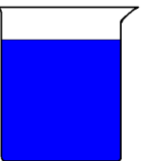
Zum schnellen Nachweis der Hydronium-Ionen verwendet man sogenannte Indikatoren – also Stoffe die etwas anzeigen. Im Falle der Säure-Base-Indikatoren sind das die Hydronium-Ionen. Andere Indikatoren zeigen andere Eigenschaften oder Bedingungen an. Im Normalfall meint man aber Säure-Base-Indikatoren, wenn man in der Chemie einfach nur von Indikatoren spricht.

Der allseits bekannte Unitest-Indikator (Universal-Indikator) zeigt durch den Farbumschlag von grün für neutral nach rot das Vorhandensein von Hydronium-Ionen an. Der Farbumschlag nach blau steht für den Mangel an Hydronium-Ionen und indirekt für einen Überschuss an Hydroxid-Ionen.

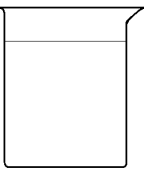
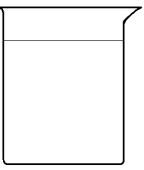
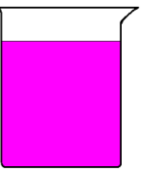
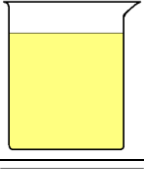
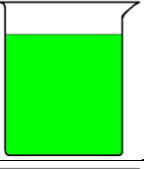
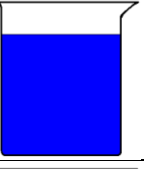
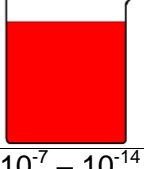
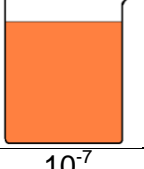
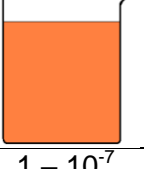


Unitest-Indikator-Papier mit Farbskala

Zusammengefasst ergibt sich aus den besprochenen Sachverhalten die folgende Tabelle:

			
Verhältnis der H⁺ und OH⁻	viel mehr H ⁺ als OH ⁻ $c_{H^+} \gg c_{OH^-}$	gleich viel H ⁺ und OH ⁻ $c_{H^+} = c_{OH^-}$	viel weniger H ⁺ als OH ⁻ $c_{H^+} \ll c_{OH^-}$
Konzentration der Wasserstoff-Ionen [mol / l]	$1 - 10^{-7}$	10^{-7}	$10^{-7} - 10^{-14}$
pH-Wert	< 7 (0 .. 6,9)	= 7	> 7 (7,1 .. 14)
Benennung / Name	sauer	neutral	basisch
Nachweis mit Unitest-Indikator:	rot	grün	blau
Färbung (Nachweis) mit Universal-Indikator (Unitest)			

Mit anderen Indikatoren kommt es zu anderen Farbreaktionen. So reagiert der Indikator Phenolphthalein im basischen mit einer lila-Färbung, im sauren und neutralen Milieu ist er farblos.

Färbung (Nachweis) z.B. mit Phenolphthalein			
Färbung (Nachweis) z.B. mit Bromthymolblau			
Färbung (Nachweis) z.B. mit Methylorange			
Konzentration der Hydroxid-Ionen [mol / l]	$10^{-7} - 10^{-14}$	10^{-7}	$1 - 10^{-7}$
pOH-Wert	> 7 (7,1 .. 14)	= 7	< 7 (0 .. 6,9)

Statt des pH-Wertes kann man auch den pOH-Wert verwenden.

$$pOH = -\lg c_{OH^-} \quad (\text{negativer dekadischer Logarithmus der Konzentration der Hydroxid-Ionen})$$

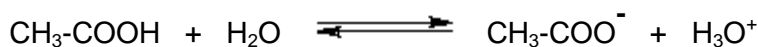
Dieser wird aber nur selten benutzt. In der Praxis lassen sich die Werte über die Formel

$$14 = pH + pOH$$

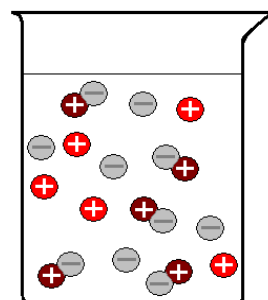
leicht ineinander umrechnen.

Verhältnisse in schwachen Säuren

Die exakte Berechnung des pH-Wertes mit der oben angegebenen Formel funktioniert nur bei starken Säuren (Schwefelsäure, Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure)). Etwas anders ist dies bei schwachen Säuren (Essigsäure, Fettsäuren).



allgemein:



Da hier nur ein geringer Teil der Moleküle dissoziiert vorliegen, muss man auf die folgende Formel zurückgreifen:

$$pH = \frac{1}{2}(pK_A - \lg c_A)$$

pK_A ... Säure(dissoziations)konstante der Säure A

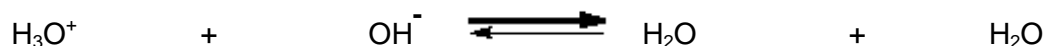
c_A ... Konzentration der Säure A

Reaktion einer Säure mit einer Base – die Neutralisation

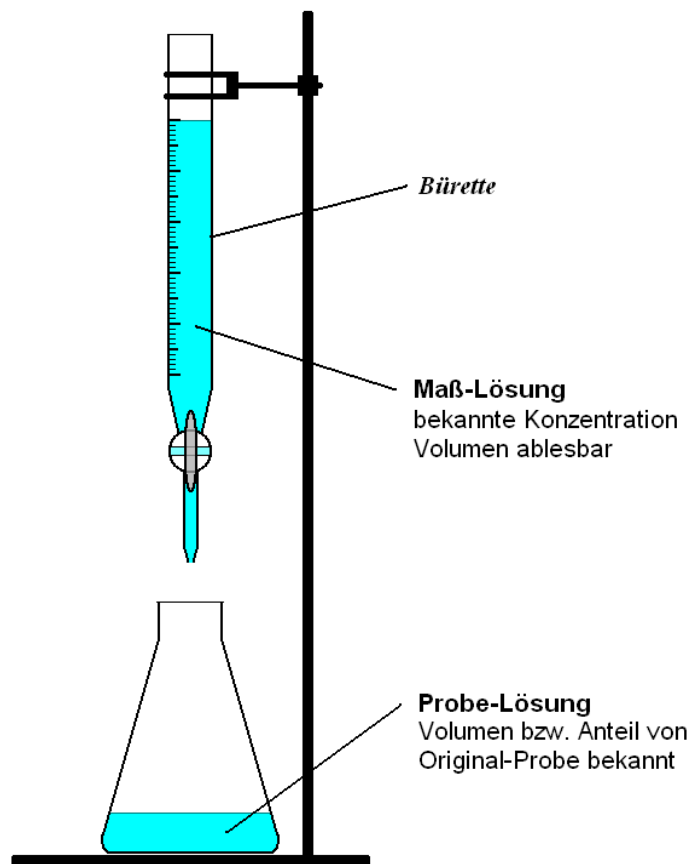
Werden nun eine Säure und eine Base im richtigen stöchiometrischen Verhältnis miteinander kombiniert, dann gleichen sich die Hydronium- und die Hydroxid-Ionen gegenseitig aus.



Praktisch reagieren sie miteinander, da sie ja wieder dem Autoprotolyse-Gleichgewicht unterliegen, welches wir oben schon ausführlich besprochen haben:



Die beiderseitigen Überschüsse bauen sich ab und das gebildete Wasser dissoziiert in seinem urtypischen Verhältnis von 1 : 555.000.000. Somit ist die Konzentration der noch aktiven Hydronium-Ionen (wieder) auf 10^{-7} mol / l gesunken. Dazu haben wir ja gelernt, dass dies einem pH-Wert von 7 entspricht. Die gemeinsame Lösung von Säure und Base ist also **neutral**. In der Labor-Praxis nutzt man die Neutralisation zum Bestimmen des Gehaltes einer Säure (oder einer Base). Im Verlauf einer sogenannten **Titration** werden langsam zu einem bestimmten Volumen der Säure – mit dem unbekanntem Gehalt – eine Base-Lösung mit bekanntem Gehalt zugetropft. Zur Erkennung des Neutralisationspunktes wird ein Indikator zugesetzt. Am Neutralisationspunkt wird das verbrauchte Volumen der bekannten Base abgelesen. Da am Neutralisationspunkt Säure und Base im äquivalenten Verhältnis in der Lösung sind, ist die Berechnung der unbekanntem Säure nur noch eine leichte Mathe-Aufgabe.



Geräteanordnung bei einer Titration

Die notwendigen Formeln sind sehr übersichtlich:

$$c = \frac{n}{V}$$

$$M = \frac{m}{n}$$

c ... Konzentration [mol / l; M]
 n ... Stoffmenge [mol]
 V ... Volumen [l]
 m ... Masse [g]
 M ... molare Masse [g / mol]

Die Stoffmenge der Säure n_A muss der Stoffmenge der Base n_B entsprechen:

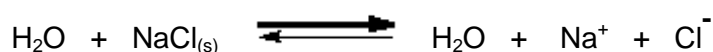
$$n_A = n_B$$

bzw.:

$$c_A \cdot V_A = c_B \cdot V_B$$

Salz-Lösungen

Unter den Bedingungen der Lebensmittelzubereitung usw. haben wir es oft auch mit Salzen zu tun, die beim Lösen in Wasser letztendlich eine saure oder basische Reaktion bewirken. Viele Salze verändern beim Lösen in Wasser kaum den pH-Wert. Solche Neutralsalze bestehen immer aus gleichstarken Säure- und Base-Rest-Ionen. Natriumchlorid ist so ein typisches Neutralsalz.

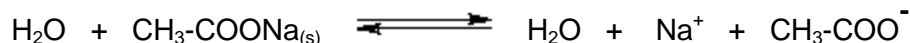


Die gelösten Säure- und Base-Rest-Ionen reagieren natürlich mit dem Wasser.

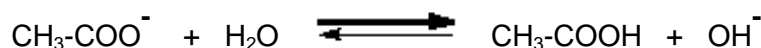
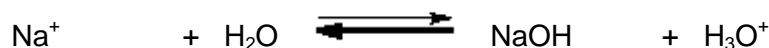


Da aber beide gleichstark sind, entstehen auch gleichviele Hydronium- und Hydroxid-Ionen, die ihrerseits sofort wieder in das Protolyse-Gleichgewicht des Wassers einfließen. Am pH-Wert ändert sich nichts.

Sind aber beide Ionen im Salz unterschiedlich stark, dann werden auch unterschiedlich viele Hydronium- bzw. Hydroxid-Ionen gebildet. Ein Beispiel ist das Natriumacetat (Natrium-Salz der Essigsäure).



Natrium- und Acetat-Ionen reagieren verschieden stark mit Wasser und bilden unterschiedlich viele Hydronium- bzw. Hydroxid-Ionen.



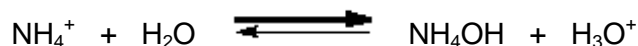
Im Ergebnis haben wir eine schwach saure oder basische Salzlösung. Bei Natriumacetat ist dies dann eine (schwach) basische Lösung.

Die Salze einer schwachen Säure sind typischerweise basisch.

Das Salz Ammoniumchlorid ergibt z.B. eine (schwach) saure Lösung:



mit den pH-relevanten Reaktionen:



Puffer-Lösungen

Einen besonderen Effekt gibt es, wenn man eine schwache Säure und ein Salz dieser schwachen Säure miteinander kombiniert. Es entsteht ein sogenannter Puffer. Der Name ist aus der Eigenschaft des Systems abgeleitet, das trotz Zugabe von sauren oder basischen Komponenten der ursprüngliche pH-Wert ziemlich konstant gehalten wird. Dies gelingt dadurch, dass in der Lösung noch reichlich undissoziierte Säure- (bzw. Base-) "Moleküle" gelöst sind. Werden jetzt einzelne Hydronium- (oder Hydroxid-) Ionen neutralisiert, dann können über die Löslichkeitsgleichgewichte undissoziierte Säure- (bzw. Base-) "Moleküle" mit Wasser reagieren. Solange also noch undissoziierte Säure- (bzw. Base-) "Moleküle" in der Lösung sind, solange kann der ursprüngliche pH-Wert des Puffer-Gemisches konstant bleiben. Man nennt dies auch die Kapazität des Puffers. Umwelteinflüsse (wechselnde pH-Einflüsse) werden gewissermaßen abgepuffert.

$$\text{pH} = \text{p}K_A + \lg \frac{c_S}{c_A}$$

HENDERSON-HASSELBALCHSche Gleichung

Puffer sind für die Konstanthaltung von Lebensmitteleigenschaften von großer Bedeutung. Von der Konstanthaltung des pH-Wertes profitieren z.B. Farbstoffe. Viele von ihnen verändern ihre Farbe in Abhängigkeit vom pH-Wert. Oder auch Mikroorganismen sind von bestimmten Bedingungen bevorteilt oder benachteiligt. Für Lebensmittel, die mit Hilfe von Mikroorganismen hergestellt werden, ist ein passender pH-Wert ein Muss. Zur Konservierung oder Fernhaltung von Mikroorganismen wählt man dann wieder andere pH-Werte.

Verhältnisse in basischen Lösungen

Das gerade für die Säuren und deren Salze Gesagte, gilt analog auch für Basen und deren Salze. Für die Berechnung der pH-Werte der schwachen Basen und deren Salze und Puffer geben wir gleich die passenden Formeln an, um unnötiges Umrechnen zu sparen:

$$pH = \frac{1}{2}(pK_B - \lg c_B) \quad pK_B \dots \text{Basekonstante der Base B}$$

$c_B \dots$ Konzentration der Base B

$$pH = \frac{1}{2}(14 + pK_B - \lg c_S) \quad c_S \dots \text{Konzentration des Salzes}$$

$$pH = pK_B + \lg \frac{c_S}{c_B}$$

Aufgaben:

1. Berechnen Sie die pH-Werte für die folgenden Lösungen! Überlegen Sie sich zuerst, um was für ein System (schwache od. starke Säure, Salz, Puffer, schwache od. starke Base usw.) es sich handelt! Übernehmen Sie die Tabelle und füllen Sie diese vollständig aus!

Lösung	System	anzusetzende Konzentration(en) [mol/l]	pH-Wert
2 M Salzsäure			
10 mol / l Kalilauge			
0,1 M Ammoniak-Lösung			
10 g festes Natriumhydroxid auf 1 l aufgefüllt			
0,05 M Essigsäure			
1 mol / l Essigsäure und 1 mol / l Natriumacetat			
3 M Natriumacetat			
1 M Ammoniumchlorid			
2 mol / l Citronensäure			
1 M Citronensäure und 2 mol / l Kaliumcitrat			

2. Berechnen Sie die fehlenden Werte!

Lösung	pH	pK _x -Werte	Konzentration(en)

für die gehobene Anspruchsebene:

3. Stellen Sie die Formeln für die Berechnung des pOH-Wertes der schwachen Basen, ihrer Salze und geeigneter Puffer auf!

Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität:

Wasser stellt - trotz seiner schlechten Wärmeleitfähigkeit und der sehr großen Wärmekapazität (Wärmeaufnahmemenge) / - einen der wichtigsten Wärmeleiter in unserem Körper dar. Und gerade wegen seiner schlechten Wärmeleitfähigkeit – ist es einer auch einer der wichtigsten Wärmespeicher.

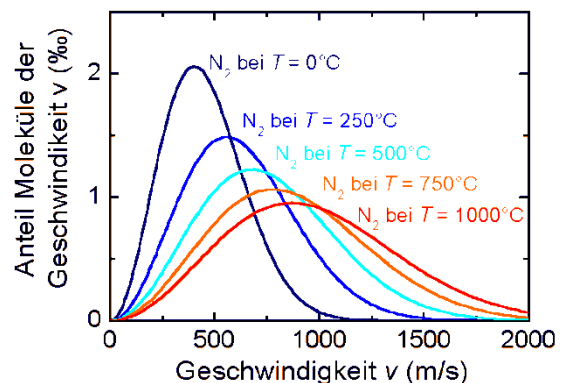
Jeder (physikalische) Körper hat eine bestimmte Temperatur. Diese stellt ein Maß für die innere Energie eines Körpers dar. Einen wesentlichen Anteil an der inneren Energie kommt von der Bewegungsenergie der Teilchen. Je mehr sich die Teilchen bewegen, umso höher ist die Temperatur. In festen und flüssigen Körper bewegen sich die Teilchen mehr an einer bestimmten Stelle oder in einem begrenzten Raum. Sie schwingen und bewegen sich um ihre (Gitter-)Plätze. Wird die Bewegungsenergie zu groß, dann können sie von den anderen Teilchen nicht mehr an ihren Gitterplätzen festgehalten werden. Sie lösen sich von dem Körper und bewegen sich frei im Raum und sind dann zuerst im flüssigen und dann später im gasförmigen Zustand.

Die hohe Wärmekapazität (Wärmeaufnahmemenge) und eine vergleichsweise hohe Verdampfungswärme macht Wasser zu einem vielfach geeigneten Brandbekämpfungsmittel (Löschmittel). Es entzieht dem Brandherd beim Verdampfen viel Energie. Dadurch sinkt die Temperatur des brennenden Stoffes irgendwann unter die Entzündungstemperatur. Außerdem bildet sich nichtbrennbarer Wasserdampf über dem brennenden Stoff. Dem Sauerstoff wird so der Zugang zum Brandherd verwehrt – der Brand erstickt.

Wie wir alle wissen siedet Wasser bei 100 °C. Das stimmt prinzipiell auch, aber eben nur unter definierten Bedingungen. Die Umgebungsluft darf dabei nur einen Druck von 1 at (Atmosphäre) haben. Dies entspricht normalerweise der Meeresspiegelhöhe. Exakt wird der Druck in Pa (Pascal (nach PASCAL)) angegeben. Eine Atmosphäre (at) entspricht 1023 hPa (Hekto Pascal) oder 1023 mmHg (Millimeter Quecksilbersäule).

Aber wie beeinflusst der Umgebungsdruck die Siedetemperatur? Beim Sieden geht der Stoff vom flüssigen in den gasförmigen Zustand über. Dazu müssen die Teilchen eine bestimmte Menge an Energie haben. Sie müssen schnell genug sein, um das flüssige Medium zu verlassen und sich frei im Gas / Dampf zu bewegen. Sinkt die Energie der Teilchen, fallen sie sozusagen in die Flüssigkeit zurück – sie kondensieren.

Wirkt jetzt von außen ein größerer Gegen- druck (Luftdruck / Dampfdruck), dann müssen die Teilchen auch diesen (zusätzlichen) Widerstand überwinden, um in die gasförmige Phase zu gelangen. Mehr Energie bedeutet mehr (höhere) Temperatur.



MAXWELL-BOLTZMANN-Diagramm der Energie-Verteilung der Teilchen (Abhängigkeit von der Temperatur)
Q: de.wikipedia.org (Kai11)

Schon bei einer Höhe von 300 m über Meeresspiegel ist der Luftdruck so viel kleiner, dass Wasser schon bei 99 °C siedet. Im Hochgebirge kann man also ohne weiteres Wasser schon mal bei 95 ° zum Kochen bringen. Allerdings verlängern sich auch die Kochzeiten für Lebensmittel. (Für einige "Flachlandgerichte" müssen im Hochgebirge schon mal andere Kochzeiten oder veränderte Zubereitungen eingeplant werden!)

Allgemein gilt auch hier die RGT-Regel (VANT-HOFFsche Regel). Die besagt, dass bei einer Temperaturerhöhung um 10 K (entspricht 10 grad oder 10 °C (Unterschied)) die Reaktionsgeschwindigkeit durchschnittlich um das 2 bis 3fache steigt. In seltenen Fällen wurde auch schon mal bis zum 10fachen festgestellt. Bei einer Temperaturerniedrigung kommt es zu einer entsprechenden Verringerung der Reaktionsgeschwindigkeit. Das Denaturieren von Eiweißen ist z.B. ein typischer Kochvorgang, der einer chemischen Reaktion entspricht.

Absorption von Strahlung:

Fast jede Form der Energiezufuhr (Erhitzen, Bestrahlen) basiert auf elektromagnetische Wellen. Radiowellen, Licht und RÖNTGEN-Strahlen sind unterschiedliche Formen solcher elektromagnetischer Wellen. Ihre Wirkung beruht immer darauf, dass sie den Teilchen Energie übertragen. Die Teilchen schwingen oder drehen dann stärker oder bewegen sich schneller – der Körper wird wärmer. Mikrowellen stellen eine bestimmte Form der elektromagnetischen Wellen dar. Ihre Frequenz (Anzahl der Schwingungen pro Sekunde) in Mikrowellenherden ist genau so gewählt, das sie die Wasser-Moleküle in Schwingung versetzen (hier: 896 MHz; dies entspricht 896 Millionen Schwingungen pro Sekunde). Das Wasser wird also wärmer. Ob es sich beim bestrahlten Gut nun um reines Wasser oder das Wasser in Lebensmitteln handelt – ist egal. Die Wasser-Moleküle erhalten zusätzliche Energie, bewegen sich stärker und geben die Energie auch an Nachbarmoleküle ab. Nach und nach erwärmt / erhitzt sich so das gesamte Gargut.

Am effektivsten wäre die Verwendung von Mikrowellen die genau der Eigenfrequenz (Resonanzfrequenz) des Wassers entsprechen. In Mikrowellengeräten arbeitet man mit Mikrowellen etwas unterhalb der Resonanzfrequenz des Wassers, damit das äußere Wasser nicht schon die gesamte Energie der Strahlen absorbiert. So dringen die Mikrowellen tiefer in den Lebensmittelkörper ein und erwärmen ihn dadurch gleichmäßiger.

Andere Energie-reichere Strahlungen werden nicht mehr durch das ganze Molekül absorbiert, sondern von den Bindungen (Infrarot, Wärme) oder von den Elektronen in den Atomen (ab sichtbarem Licht). Die Elektronen springen bei einer Absorption in eine höhere – Energie-reichere – Schale. Zumeist fallen die Elektronen dann aber wieder in ihre Normal-Schale zurück und geben dabei die überschüssige Energie wieder ab (Emission).

Die blaue Farbe von Wasser (Seen, Meere, Himmel) entsteht durch Absorption von rotem Licht. Das einstrahlende Sonnenlicht (welches alle Farben (Lichtspektrum) enthält) erscheint uns weiss. Das reflektierte Restlicht wird von uns dann als (hell-)blau wahrgenommen.

Aufgaben:

- 1. Überlegen Sie sich, warum man bei Mikrowellen-Geräten immer vergitterte Türen verwendet und diese beim Garprozeß geschlossen sein müssen!*
- 2. Erklären Sie warum sich Öl nicht in der Mikrowelle erhitzen lässt!*

Dichteanomalie:

Beim Abkühlen des Wassers zum Gefrierpunkt hin kommt ein weiterer interessanter und bedeutsamer Effekt zutage. Wie andere Stoffe auch wird Wasser beim Abkühlen immer dichter. Die Teilchen bewegen sich nicht mehr so stark und benötigen weniger Platz und liegen damit kompakter beieinander. Beim Wasser kommt es aber unter 4 °C wieder zu einem Abfall der Dichte. Das heißt die Teilchen brauchen aus irgendeinem Grund mehr Platz. Für die Bewegung kann es nicht sein, da ja die Bewegungsenergie (dafür steht ja die Temperatur) kleiner geworden ist. Die Ursache liegt in den Wasserstoff-Brückenbindungen. Um 4 °C herum bilden sich schon im flüssigen Zustand kristallartige Cluster (Bereiche). Die "reinen" Wasser-Moleküle be-

nötigen mehr Platz im Raum als die Moleküle die mit Wasserstoffbrücken verbunden sind. Der kleinere Raumbedarf ergibt sich durch die stärkere Anziehung der geladenen Molekülteile. Der Effekt setzt sich im festen Zustand fort. Dadurch dehnt sich das Eis auch beim weiteren Einfrieren bis rund $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ weiter aus. Die Ausdehnung beträgt rund 9%. Durch das Ausdehnen werden enorme Kräfte auf die Umgebung ausgeübt. Mauerwerke, Felsen, Rohre usw. können durch solche Kräfte zerstört werden (Frostspaltung). Deshalb sollten ungenutzte Rohrleitungen im Winter geleert oder an Mauerwerken usw. Schutzanstriche aufgetragen werden.

Löslichkeit und Mischbarkeit:

Wasser löst eine Vielzahl von Stoffen. Deshalb ist reines Wasser (Reinstwasser) praktisch nur mit erhöhtem Aufwand herstellbar. Selbst das "destillierte Wasser" (Aqua dest.) enthält noch eine gewisse Menge an gelösten Stoffen.

Auch solche Stoffe, die üblicherweise als nicht in Wasser löslich bekannt sind, können in Spuren in Wasser gelöst sein. Trinkwasser enthält eine große Zahl verschiedener gelöster Stoffe, deren Maximalmengen aber in Gesetzen festgelegt sind.

Wasser löst Gase ohne feste Begrenzung der Menge. Je höher die Temperatur, umso weniger Gas wird normalerweise gelöst. Kurz vor dem Sieden ist Wasser im Allgemeinen gasfrei.

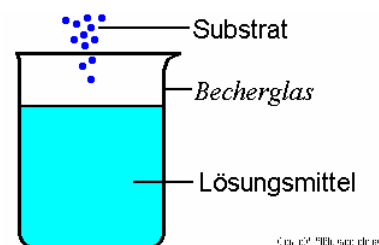
Bei polaren oder ionischen festen Stoffen steigt die Löslichkeit fast immer mit der Temperatur. Das heißt also, dass warmes Wasser mehr feste Stoffe lösen kann. Es gibt aber viele Ausnahmen (z.B. Lithiumsulfat). Im Allgemeinen kann Wasser einen Stoff umso besser lösen, je mehr polare Gruppen oder Ionen im gelösten Stoff enthalten sind.

Die gelösten Stoffe werden typischerweise von Wasser-Molekülen umlagert (Hydratation). Die gebildeten Hüllen (Hydrathüllen) sind mehr oder weniger fest. Manche Ionen binden Wasser-Moleküle in einer einfachen Schicht. Andere können sogar mehrfache Schichten aufbauen, die aber weniger stabil sind. Je kleiner ein Ion ist und umso stärker es geladen ist, umso stabiler und mehrschichtiger ist die Hydrathülle.

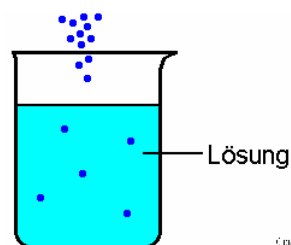
Aus modernen Untersuchungen weiss man heute, dass die Wasser-Moleküle mittels Wasserstoff-Brücken-Bindung Käfig-artige Strukturen bilden, in deren Innen-Raum sich die gelösten Teilchen befinden. Teilchen, die besonders gut in besonders stabile Käfige passen, lösen sich am besten. Besonders bei unpolaren Teilchen wird diese Form der Lösung diskutiert (physikalische Lösung).

Polare Teilchen treten direkt mit dem Wasser in Beziehung, wodurch sich eine etwas andere Form der Lösung ergibt (chemische Lösung). Die Wasser-Moleküle richten sich entsprechend der Ladung des zu lösenden Ion's aus. Bei negativen Ionen stellen die partiell geladenen Wasserstoff-Atome den Kontakt her. Positive Ionen werden von den partiell negativ geladenen Sauerstoff-Atomen des Wasser-Moleküls "berührt".

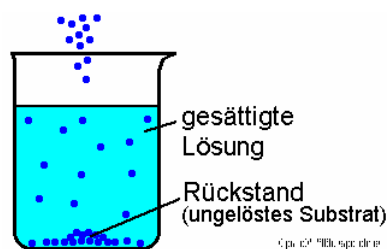
Die Wasserhüllen stabilisieren die Lösung. Sie tragen die gelösten Teilchen gewissermaßen und stellen Verbindungen zum umgebenden Wassergeflecht (Cluster-Bildung, über Wasserstoffbrückenbindung) her.



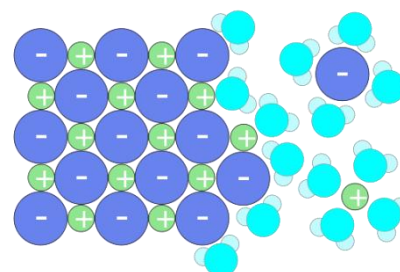
© p. 1998-2015 lsp: dte



© p. 1998-2015 lsp: dte



© p. 1998-2015 lsp: dte



Ionen-Kristall beim Auflösen; rechts die hydratisierten Ionen
Q: de.wikipedia.org (Roland.chem)

Gelöste Stoffe sind meist nur von atomarer und kleiner molekularer Größe ($< 20 \text{ \AA}$; $< 2 \text{ nm}$; $< 2 \cdot 10^{-9} \text{ m}$). (In der populären Literatur wird als Kriterium für eine echte Lösung oft angegeben, dass der gelöste Stoffe nicht durch Filtration abtrennbar ist. Dieses Kriterium ist beim aktuellen Wandel der Technik aber sehr wagen und subjektiv. Als Groborientierung mag es aber gelten.)

Oberflächlich betrachtet findet beim Lösen eines Stoffes keine chemische Reaktion statt. Im Detail handelt es sich natürlich um chemische Reaktionen, die aber als solche schwer zu fassen sind und deshalb aus praktischen Gründen einfach als physikalischer Vorgang gefasst werden. Beim Lösen kommt es zu zwei entgegengesetzten energetischen Vorgängen.

Für das Aufbrechen der zwischenmolekularen Bindungen (Kohäsions-Kräfte, Ionen-Beziehung bei ionischen Stoffen) wird Energie benötigt. Es ist also ein endothermer Vorgang. Der Übergang in das Lösungsmittel (Entropie-Gewinn) und die Hydratation sind exotherme Prozesse.

Für jedes Substrat ergeben sich unterschiedliche Verhältnisse für die beiden Grundvorgänge. So gibt Lösungsvorgänge, die insgesamt endotherm ablaufen, wie z.B. das Lösen von Ammoniumnitrat in Wasser. Bei steigender Temperatur steigt hier die Löslichkeit im Allgemeinen.

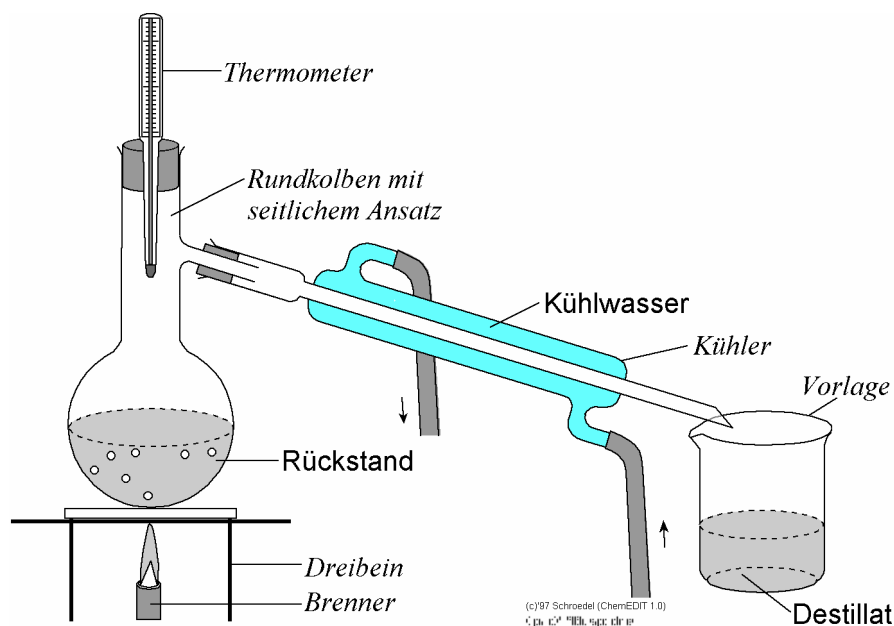
Anders bei Natriumhydroxid, hier sinkt die Löslichkeit in Wasser bei steigender Temperatur, weil der Lösungsvorgang exotherm abläuft.

Bei einigen Stoffen (z.B. Natriumchlorid (Kochsalz)) heben sich endtherme und exotherme Vorgänge gegenseitig auf. Der Lösevorgang ist insgesamt nicht mit einer Veränderung des Energiezustandes des Gesamtsystems verbunden. Die Erhöhung der Temperatur hat hier kaum einen Einfluß auf die Löslichkeit. Praktisch ist der Lösungsvorgang von Natriumchlorid sehr schwach endotherm.

Entmischen und Trennung

Zur Stofftrennung bietet sich vorrangig die Destillation an. Es gibt aber auch Stoffgemische, die sich nicht so trennen lassen. Sie bilden sogenannte azeotrope Gemische. Bei der Destillation läuft alles auf ein bestimmtes Verhältnis beider Stoffe zueinander hinaus. Versucht man weiter die Konzentration eines Stoffes zu erhöhen, gehen beide Stoffe im gleichen (azeotropen) Verhältnis über. Ein bekanntes azeotropes Gemisch ist Alkohol (Ethanol) und Wasser. Durch Destillation läßt sich die Alkohol-Konzentration nicht über 96 % bringen.

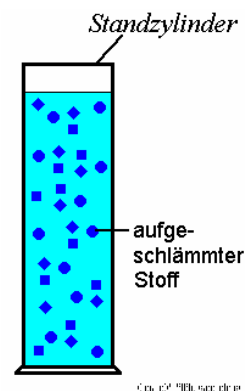
Wasser lässt sich mit vielen Stoffen in beliebiger Menge mischen. Dabei verteilen sich die Stoffe ineinander, ohne eine stoffliche Veränderung zu erfahren. Mit Ethanol und Saccharose lässt sich Wasser z.B. in jedem Verhältnis mischen. Bei anderen gibt es verbotene Mischungsverhältnisse (z.B. Wasser mit Phenol od. Chloroform).



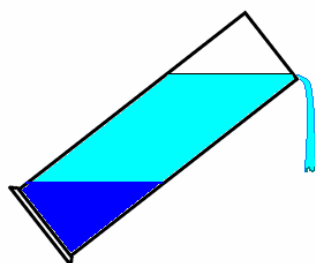
Mit größeren Molekülen (10 nm – 1 µm (0,00001 – 0,001 mm)) werden eher kolloidale Lösungen gebildet. Sachlich sind es Mischungen oder auch Suspensionen. Der makromolekulare Stoff ist im Lösungsmittel Wasser fein verteilt. Solche großen Teilchen besitzen auch selten genug Kontaktstellen für die Wasser-Moleküle.

Aufgrund ihrer Dichte schwimmen die zu lösenden Teilchen gewissermaßen wie U-Boote im Lösungsmittel. Die Teilchen schweben im Lösungsmittel und werden durch die BROWNSche Molekularbewegung (Wärmebewegung) durch das Lösungsmittel bewegt (getrieben). Ein deutliches Anzeichen für eine kolloidale Lösung ist das Auftreten des TYNDALL-Effektes (→ [Exkurs: kolloidale Lösungen und der TYNDALL-Effekt](#)).

Mit noch größeren – dann auch nicht mehr löslichen oder schwimmfähigen – Teilchen werden ev. Suspensionen gebildet. Die beiden Stoffe sind miteinander gemischt, aber nach einer Ruhezeit setzen sich beide voneinander wieder ab. Man kann dann den Überstand vom abgesetzten Stoff dekantieren. Als weitere Trennmöglichkeit bietet sich bei einer Aufschlämmung – aber auch bei einer kolloidalen Lösung – das Filtrieren zur Stoff-Trennung an.

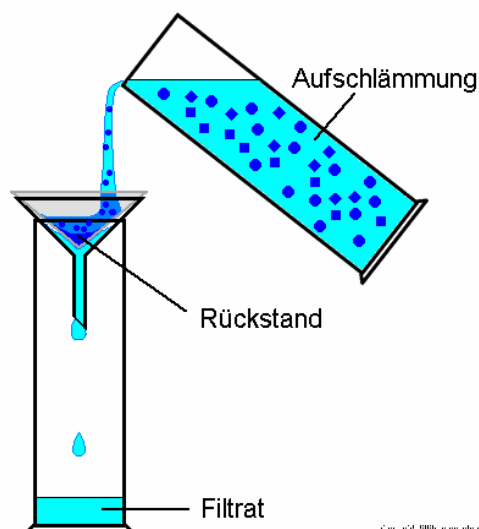


© p. 1998-2015 lsp:dre



© p. 1998-2015 lsp:dre

Dekantieren einer (abgesetzten) Aufschlämmung



© p. 1998-2015 lsp:dre

Filtrieren einer Aufschlämmung oder einer kolloidalen Lösung

Durch die gelösten Stoffe (zumeist Ionen) steigt die elektrische Leitfähigkeit des Wasser im Vergleich zum Reinstwasser um das 10.000fache. Dadurch können auch – durch das eigentlich elektrisch isolierende Wasser – Kurzschlüsse erzeugt werden.

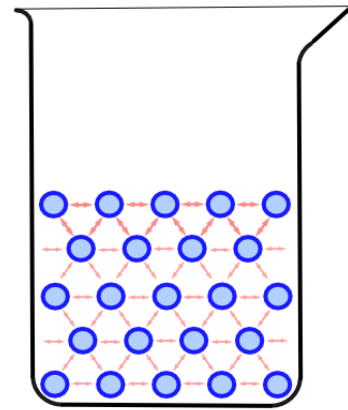
Viskosität und Oberflächenspannung

Die **Viskosität** ist das Maß für die Zähflüssigkeit einer Flüssigkeit (/ eines Fluids). Bedingt wird diese durch die zwischenmolekularen Kräfte. Je größer diese Kräfte sind, umso zähflüssiger (viskoser) ist eine Flüssigkeit. Beim Wasser sind es vor allem die polaren Kräfte zwischen den Molekülen, die für die Viskosität verantwortlich sind. Bei anderen Flüssigkeiten kommen auch noch kovalente Kräfte (VAN-DER-WAALS-Kräfte) in Frage.

Bei steigender Temperatur sinkt die Viskosität der meisten Flüssigkeiten. Sie werden dann flüssiger.

Durch Zusätze – sogenannte **Additive** – kann man die Viskosität erhöhen bzw. auch über größere Temperaturbereiche nahezu konstant halten. Die meisten Additive sind langkettige, polymere Moleküle. Sie bilden ein lockeres Netzwerk, welches die Fließfähigkeit (**Fluidizität** = entspricht dem Kehrwert der Viskosität) der Flüssigkeit dann herabsetzt.

An der Oberfläche haben die Teilchen weniger direkte Kontaktpartner. Ihre Anziehungskräfte sind auf diese wenigen konzentriert, was mit einer größeren Intensität verbunden ist. Dies ist für den Effekt verantwortlich, den wir **Oberflächenspannung** nennen. Um die Oberfläche einer Flüssigkeit zu durchdringen sind zusätzliche Kräfte notwendig. Besonders bei kleineren Objekten mit einer größeren Kontaktfläche zur Flüssigkeit, kommen recht beachtliche Trageleistungen zustande. Die Oberflächenspannung kann durch sogenannte **Detergenzien** (z.B. Tenside (Oberflächen-aktive Substanzen), Seifen) herabgesetzt werden.



Kräfte zwischen den Teilchen einer Flüssigkeit



die Oberflächenspannung von Wasser trägt z.B. Wasserläufer
Q: de.wikipedia.org (Markus Gayda)

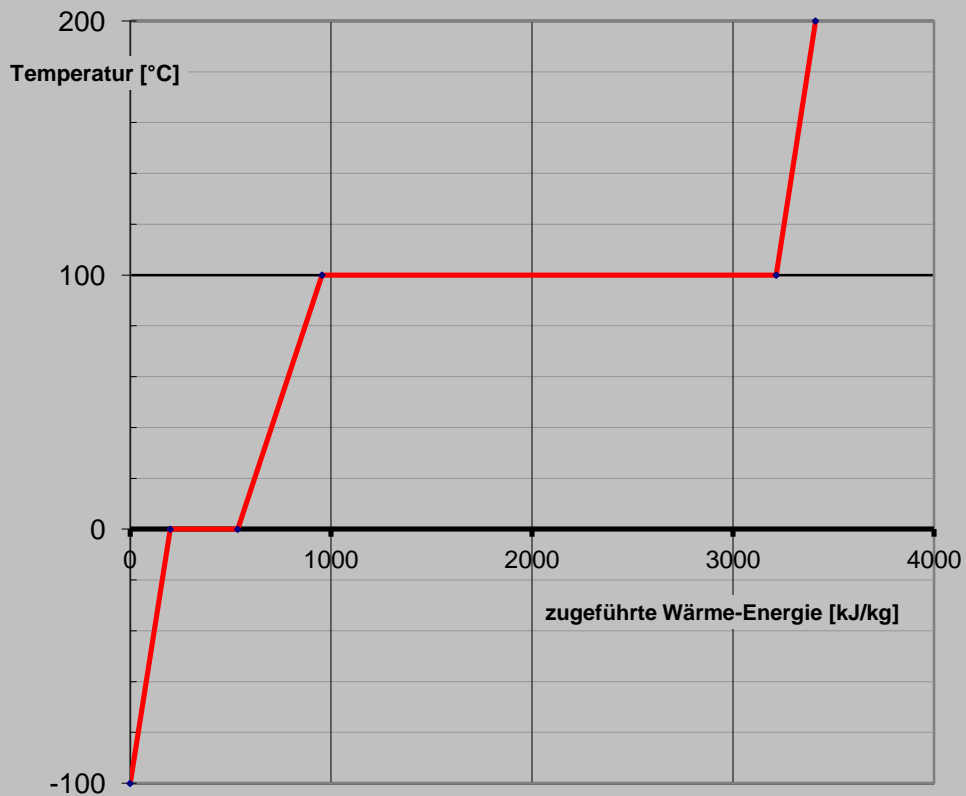
Stoff	dynamische Viskosität η (20 °C) [Pa s]	Oberflächenspannung (gegen Luft, 20 °C) [mN / m]
Blut	4 – 25 (37 °C)	
Ethanol (Alkohol)	1,200	22,30
Ethansäure (Essig, Essigsäure)	(80 %ig) 2,310 (25 °C)	27,60
Glas	$10^{18} - 10^{20}$	
Glycerol (Glycerin)	1,490	63,40
Honig	≈ 1.000	
Kaffeesahne	≈ 10	
Olivenöl	≈ 100	
Sirup	≈ 10.000	
Traubensaft	2 – 5	
Wasser	1,520 (5 °C) 1,297 (10 °C) 1,002 0,891 (25 °C)	72,75 67,90 (50 °C) 62,60 (80 °C)

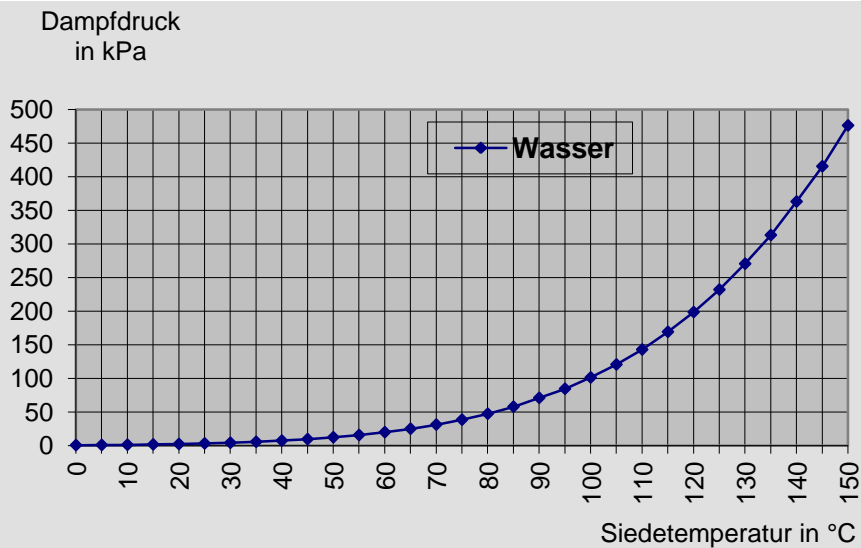
Datenquellen: /21, de.wikipedia.org/

Aufgaben:

- 1. Warum sollte man zum Reinigen warmes Wasser verwenden?*
- 2. Bei welchen Bränden sollte Wasser nicht verwendet werden? Begründen Sie Ihre Aussagen!*
- 3. Erklären Sie das Lösungsvermögen von Wasser und Fetten in Ethanol!*
- 4. Warum läuft ein Wasserläufer eigentlich nicht mit den Fußspitzen auf dem Wasser?*

Exkurs: Aggregatzustände





Zum groben Umrechnen des Dampfdrucks in at (Atmosphäre) genügt es den Druck in kPa durch 100 zu teilen (exakt: 101,325 kPa = 1 at).

Exkurs: Diffusion, Permeation, Osmose und Umkehr-Osmose

Umkehrosmose (Reversosmose) ab einem Druck von 4 bis 50 bar, bei der Meerwasserentsalzung bis 150 bar genutzt zur Abwasserbehandlung und zur schonenden Aufkonzentrierung von Fruchtsäften

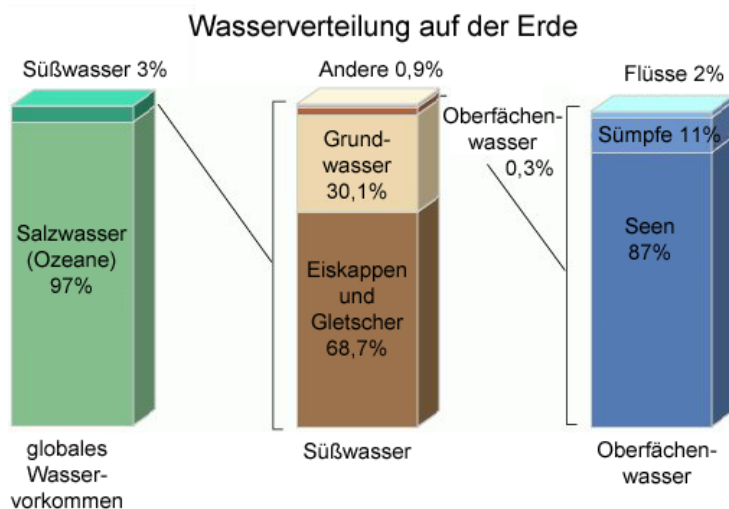
interessante Links:

<http://www.lsbu.ac.uk/water/index1.html> Webseite von Prof. Martin CHAPLIN mit vielen Infos zu Wasser (engl.) mit Liste der Anomalien und vielen Abbildungen

3.4.2. Trinkwasser

Trotz der scheinbar unendlichen Wasser-Menge auf unserer Erde können wir Wasser nicht einfach so verschwenden. Praktisch stellt das "Trink-Wasser" nur einen bemerkenswert kleinen Teil des gesamt-Wassers dar.

Für unser Trinkwasser läßt nur rund 0,1 – 0,3 % des Welt-Wassers benutzen. Die Ressourcen sind zudem oft auch antipolar verteilt. Dort, wo wegen großen Temperaturen und hohen Bevölkerungszahlen große Mengen gebraucht würden, findet man eher Wüsten. In Europa steht zwar praktisch genug geeignetes-Wasser zur Verfügung, hier treten aber Verteilungs- und Qualitäts-Probleme auf.



Verteilung des Wassers auf der Erde
Q: de.wikipedia.org (ga.water.usgs.gov (USGS))

stammt zu 70% aus dem Grundwasser; 30% Oberflächenwasser (z.B. aus Stauseen 12%; restlich sind Flüsse, Kanäle oder Seen)

Verbrauch in Deutschland (2012) 3,6 Mrd. Kubikmeter entspricht 121 l/d (gehören zu den sparsamsten Nationen) im Vergleich USA 295 l/d; Dubai 500 l/d

Trinkwasser-Qualität ist in Deutschland gesetzlich streng geregelt gehört zu den best-kontrollierten Lebensmitteln
Wasser-Versorger sind zur Qualitäts-Sicherung verpflichtet (Trinkwasser-Verordnung)
Preis in Deutschland zwischen 1,20 – 2,00 Euro/m³

Qualität von Stagnations-Wasser (stehendes Wasser in nicht oder wenig genutzten Leitungen) meist deutlich verschlechtert (läßt sich aber sehr gut zum gießen von Blumen oder für Reinigungs-Zwecke nutzen!)

wegen der Kontaminations-Gefahr mit gefährlichen Bakterien sollte das Wasser am Ende der Leitung oder in einem lokalen Boiler mindestens 55 °C besitzen gefährlich sind:

- Legionellen
-

alte Leitungen aus Blei sind zu meiden (kommen nur noch in unsanierten Altbauten vor)

Trinkwasser-Verwendung

	(Privat-)Haushalt	gastronomisches Gewerbe	anderes Gewerbe	Industrie
Gesamt-Menge	3,6 Mrd. m ³			
Prokopf-	121 l/d			

Verbrauch				
Anteile	36% Körperpflege			
	27% Toilettenspülung			
	12% Wäschewaschen			
	9% Kleingewerbe			
	6% Geschirrspülen			
	6% Raumreinigung, Autopflege, Garten			
	4% Essen, Trinken (entsp. 4,8 l/d)			

3.4.3. Küchentechnische und technologische Bedeutung des Wassers

Auch in der Küche ist Wasser der meist verwendete Stoff. Zu den wesentlichen Verwendungszwecken gibt die folgende Tabelle Aufschluß:

Wasser	
Lösungsmittel für Lebensmittel- und Rezeptbestandteile	Kühlmittel für Getränke (Eis)
Verdünnungsmittel	Wärmeüberträger z.B. beim Dampfgaren
Quellmittel für Stärke, Cellulose, Eiweiß	Grundstoff für Aufgußgetränke, Bier und Erfrischungsgetränke
Garmedium beim Kochen (Temperaturbegrenzer, Energieüberträger)	Universalreinigungsmittel für Küche, Restaurant, Etage

Wasser-Gehalt: Der Wasser-Gehalt eines Lebensmittels bestimmt vieler seiner Zustands-Eigenschaften und auch diverse zeitabhängige Verhaltensweisen. Dazu gehören:

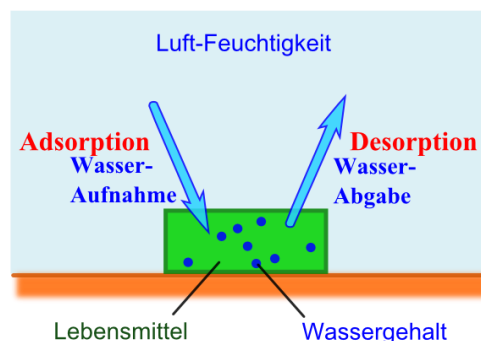
- Festigkeit
- Farbe
- Löslichkeit
- Geschmack
- weitere sensorische Merkmale (Knack-Geräusche, Viskosität, Textur, ...)
- Nährwert
- Gehalt von Vitaminen, Mineralstoffen, Zusätzen, ...
- Mikrogen-Spektrum
- physikalische Stabilität
- chemische Stabilität
- Stabilität der Zusammenstellung (Zutaten, Rezeptur)
- Haltbarkeit / Verderb
- mikrobiologische Stabilität

Weiterhin legt der Wasser-Gehalt auch fest, wie ein Produkt gelagert, wie es verarbeitet und verpackt werden muß.

Der Verderb vieler Lebensmittel wird entscheidend durch den Wasser-Gehalt bestimmt. Bakterien und andere Mikroorganismen benötigen eine bestimmte Menge freies Wasser zum Leben. Gebundenes Wasser – z.B. Quell-Wasser – können sie kaum nutzen.

Zur Beschreibung des Anteils an freiem Wasser in Lebensmitteln wird vorrangig der a_w -Wert benutzt. Die Abkürzung steht für activity of **W**ater (dt.: Aktivität des Wasser, Wasser-Aktivität). Er ist der Quotient aus dem Wasserdampfdruck für Wasser in dem speziellen Lebensmittel und dem Wasserdampfdruck des reinen Wassers.

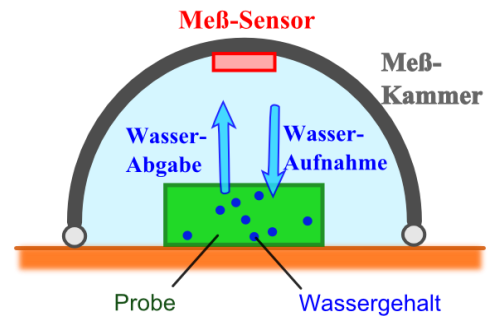
$$a_w = \frac{p_{H_2O}[LM]}{p_{H_2O}[H_2O]}$$



Als freies Wasser betrachtet man streng genommen heute nur das Wasser im Lebensmittel, welches genau die gleichen Eigenschaften hat, wie das reine Wasser. Die resultierenden Werte können zwischen 0 und 1 variieren. Die Eins (1) steht dabei für kondensierende Feuchte (Sättigungs-Feuchte) und die Null (0) für die absolute Abwesenheit von Wasser. Als Lebensmittel könnten wir hier am Ehesten z.B. Zucker, Salz oder Öle einordnen.

Mit modernen Messgeräten erfasst man heute unmittelbar über den Lebensmitteln die Gleichgewichtsfeuchte ERH (equilibrium relative humidity). Die deutsche Benennung Relative Gleichgewichts-Feuchte (RGF) wird relativ selten verwendet. ERH und RGF werden in %r.F. (Prozent relative Feuchte) angegeben und steht mit dem a_w -Wert in direkter Beziehung.

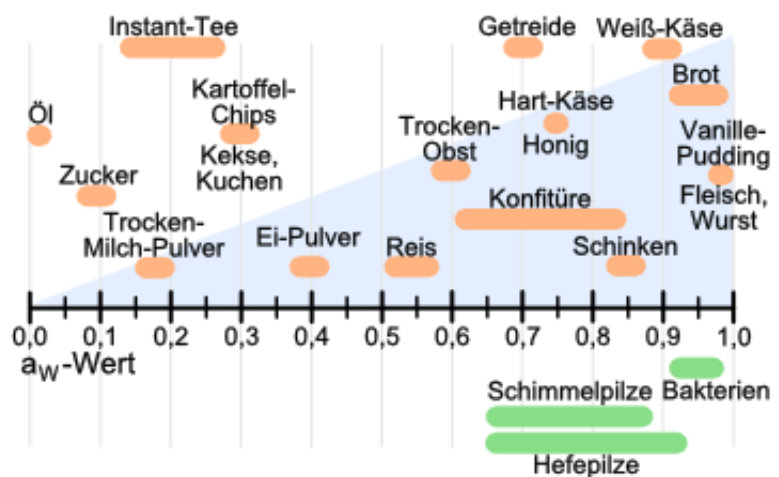
$$ERH = a_w \cdot 100\%$$



Lebensmittel	Wasser-Gehalt [%]	a_w -Wert
Beefsteak		0,68 – 0,63
Brot		0,98 – 0,92
Cheddar-Käse		0,96 – 0,94
Cornflakes		0,09
Ei-Pulver		0,40
Fleisch, frisch		0,98
Fleisch-Wurst		0,99 – 0,98
Hartkäse		0,92
Honig		0,75
Instant-Tee		0,27 – 0,13
Kartoffel-Chips		0,30
Kekse		0,30
Kondensmilch		0,84
Konfitüre		0,85 – 0,6
Kuchen		0,30
Margarine		0,88
Mehl		0,10
Melasse		0,76

Lebensmittel	Wasser-Gehalt [%]	a_w -Wert
Milch-Pulver		0,75
Parmesan-Käse		0,76
Reis		0,56
Saccharose-Lsg., gesätt.		0,86
Sahne-Bonbon		0,83
Salami		0,84 – 0,78
Schinken, geräuchert		0,85
Schinken, roh		0,81
Schokolade		0,82 – 0,70
Sonnenblumen-Kerne		0,75
Speck, gekocht		0,64
Trockenmilch-Pulver		0,20
Vanille-Pudding		0,99 – 0,97
Weißkäse		0,89
Weizen		0,70
Zucker		0,10

Daten-Quellen: www.lebensmittelwissen.de; systemgastronomie.org; OKOS (1986) aus: WESTPHAL et.al.: Reaktionskinetik in Lebensmitteln



flüchtiger Stoff → verdunstet → mögliche Austrocknung (z.B. Brot, Rand- und Krusten-Bildung bei vielen Lebensmitteln
 sublimiert → ungünstig beim Einfrieren → Gefrierbrand

Bezeichnung	a_w -Werte-Bereich	Beispiele		mikrobiol. Haltbarkeit, grob
leicht verderblich	1,0 – 0,95	flüssige und / oder frische Lebensmittel (frisches Fleisch, Eier, Fisch, Milch) gegarnte Pökelfleisch (Koch- und Brühwürste)	gute Bedingungen für die meisten Mikroorganismen (besonders auch: Lebensmittel-Vergifter, Verderbnis-Erreger) können sich optimal entwickeln	wenige Tage
mittelgradig verderblich	0,95 – 0,91	Rohwürste, gepökelte Rohware	nur noch Wachstumsbedingungen für resistente Mikroorganismen, bestimmte Pilze,	mehrere Tage
kaum verderblich	<0,9	getrocknete Rohwürste und Pökelfleisch, Fruchtsaft-Konzentrate, hartgesalzene Fische, Trocken-Fleisch, Hülsenfrüchte, Marzipan, Trockenobst, Trockenmilch und / oder -Produkte, Ei-Pulver, Kartoffel-Chips, Hartkäse, ...		1 Woche
	<0,85			1 – 2 Wochen
	<0,75			1 – 2 Monate
	<0,65			1 – 2 Jahre
	<0,60			unbegrenzt

Haltbarkeits- und Überlebens-Angaben aufgrund der a_w -Werte auch noch von Temperatur, Sauerstoff-Gehalt und pH-Wert abhängig. Die Mikroorganismen sind dabei sehr individuell. Allgemein kann man sich aber merken, dass mit sinkendem pH-Wert der minimale a_w -Wert steigt. Bei Sauerstoff-Mangel (anaerobe Bedingungen) steigt der minimale a_w -Wert ebenfalls. Auch sinkende Temperaturen führen i.A. zu höheren minimalen a_w -Werten.

Wasser als Quellmittel

Einweichen von Gelatine, Kochen von Nudeln, Reis usw.

Erhöhung des a_w -Wertes

Genußfähig machen von Trockenprodukten durch Wasserzufuhr (Trockenmilch, Komplekte, Trockenfleisch, Reis, Bohnen, ...)

Zum Konstanthalten des a_w -Wertes bzw. zum Ansteuern eines bestimmten Zielwertes benutzt die Lebensmittel-Technologie Feuchthaltemittel, die teilweise Zusatzstoffe sind und entsprechend deklariert sein müssen. Die gebräuchlichsten Feuchthaltemittel sind:

- Kochsalz (NaCl)

- Mono- und Disaccharide
- Glycerol (Glycerin)
- Zucker-Alkohole
- Propylenglykol (1,2-Propandiol)

vom Nutzer aber wegen des Eigengeschmacks nicht immer akzeptiert

Wasser als Lösungsmittel

gute Löslichkeit für polare Stoffe → Verwendung als Reinigungsmittel
 Lösungsmittel für Lebensmittel → Brühen usw.

ungünstig bei unpolaren Stoffen → erhöhter Reinigungs-Aufwand oder Nutzung von Reinigungsmittel notwendig

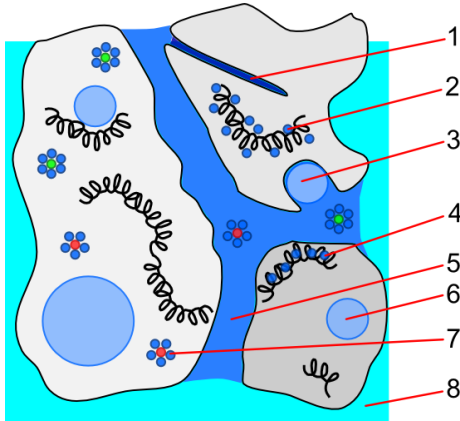
Trennmittel bei fettigen Lebensmitteln

Wasser als Komponente für Emulsionen

Wasser kann in sehr unterschiedlicher Form in einem Lebensmittel vorliegen. Man spricht auch von unterschiedlichen Bindungsarten des Wassers:

Bindungs- typ	a_w-Werte- Bereich	Zustand	Wirkung auf Gefrierpunkt
I	0,99 – 0,8	bewegliches Wasser in Gefäßen, Geweben, Makro-Kapillaren ($\varnothing > 1\mu\text{m}$) und Membranen, Haft-Wasser und Kapillar-Wasser Kapillar-kondensiertes Wasser	leicht erniedrigt
II	0,8 – 0,25	mit beschränkter Beweglichkeit z.B. Zell-Bestandteilen (z.B. Vakuole), in Mikrokapillaren ($\varnothing > 1\mu\text{m}$), als Quell- und Hydrations-Wasser und Kapillar-Wasser mehrschichtig adsorbiertes Wasser	stark erniedrigt
III	0,25 – 0,0	in Strukturen, Zellbestandteilen fest eingebaut, adsorbiertes oder absorbiertes Wasser Kristall-Wasser, Konstitutions-Wasser einschichtig adsorbiertes (Physisorption) oder integriertes / gebundenes (Chemisorption) Wasser	keine Beeinflussung

- 1 .. Kapillar-Wasser (in Mikrokapillaren)
- 2 .. Adsorptions-Wasser (an Makromolekülen oder Mikro-Oberflächen)
- 3 .. Haft-Wasser
- 4 .. Quell-Wasser (in Makromolekülen)
- 5 .. Interzellular-Wasser
- 6 .. Vakuolen-Wasser
- 7 .. Hydrat-Hüllen (Hydrat-Wasser)
- 8 .. Umgebungs-Wasser



Beim Trocken wird Wasser stufenweise aus den Lebensmitteln entzogen:

1. Haftwasser (z.B. von Oberflächen, aus Gefäßen und Kapillaren)
2. Kapillar-Wasser aus Mikro-Kapillaren (z.B. Interzellulare, Kiesel-Gel, Molekular-Siebe, Ionen-Austauscher)
3. Hydrations-Wasser (z.B. von Gelantine, Agar-agar, Carboxymethylcellulose)
4. Kristall-Wasser (z.B. aus Glucose-Monohydrat,)
5. Konstitutions-Wasser (z.B. aus Oxihydraten,)

Die meisten Mikroorganismen benötigen a_w -Werte zwischen 0,95 und 1,0. Sogenannte xerophile (Trockenheits-liebende) Organismen tolerieren auch a_w -Werte bis runter auf 0,6.

Ziel vieler Konservierungsmethoden ist es, den Wasser-Gehalt und damit den a_w -Wert zu reduzieren bzw. konstant niedrig zu halten. Bekannte Verfahren sind:

- Trocknen
- Rösten
- Dörren
- Eindampfen
- Auspressen
- Einfrieren
- Einsalzen
- (Ein-)Zuckern
- Überschichten oder Einwickeln in Fett
- Vakuum-Verpacken

relativ hoher Schmelzpunkt (für kleine molekular-gebaute Stoffe)

→ Wasser normal im flüssigen Zustand → Trinkwasser. wichtigstes Lebensmittel

→ Erzeugung schmelzbarer Massen (Eiscreme) ohne Verbrennungs- bzw. Erfrierungs-Gefahr

bildet Kristalle → negativ z.B. beim Einfrieren → Zerstörung von Zellen

relativ hoher Siedepunkt (für kleine molekular-gebaute Stoffe)

→ gute Wärmeübertragung (Kochen von Eiern usw.)

→ geeignet zur Denaturierung von Proteinen

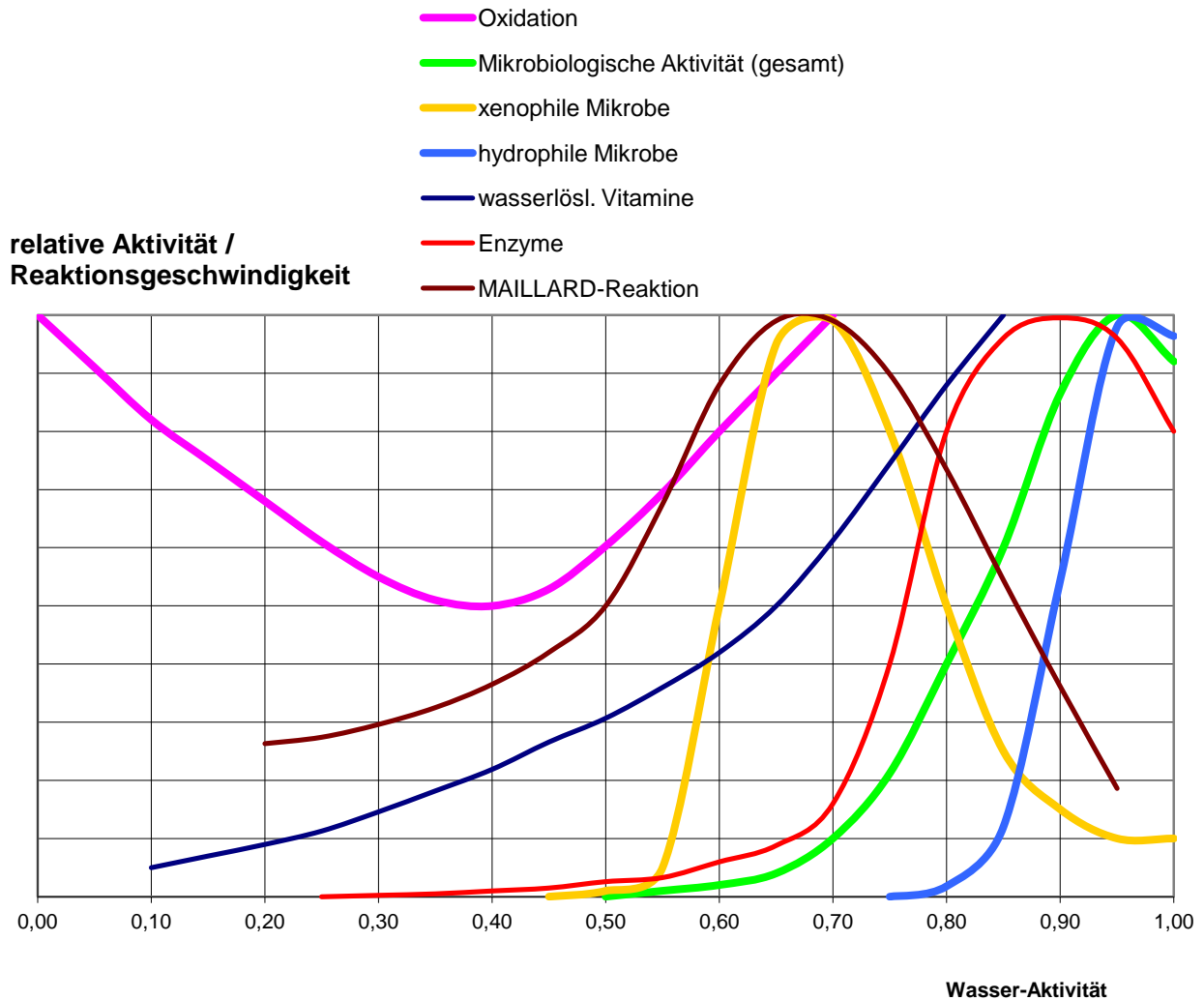
eigentlicher Energie-Überträger in der Mikrowelle

Wasser als Reaktionsmittel

wird für viele Reaktionen gebraucht, z.B. Hydrolysen der Nährstoffe
Verdünnungs- und Aufkonzentrations-Effekte → Verringerung und Erhöhung der Reaktions-
Geschwindigkeiten möglich

Aufgaben:

1. Erläutern Sie, warum und wie genannte Konservierungs-Methoden den a_w -Wert beeinflussen!
2. Interpretieren Sie das nachfolgende Diagramm! Betrachten Sie zueinander passende Kurven auch gemeinsam!

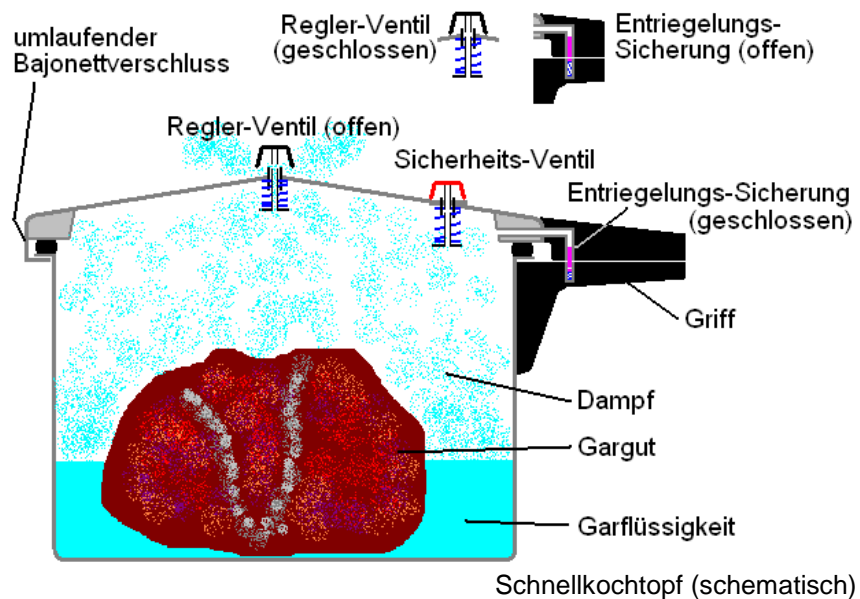


Q: nach LABUZA aus /1/; Novasina / www.pedak.nl

3. Warum funktionieren auch solche Konservierungs-Methoden wie Dämpfen, Einkochen im Wasserbad usw., obwohl sie doch eher für viel Wasser und höhere a_w -Werte stehen? Erläutern Sie!

Schon bei einer Höhe von 300 m über Meeresspiegel ist der Luftdruck so viel kleiner, dass Wasser schon bei 99 °C siedet. Im Hochgebirge kann man also ohne weiteres Wasser schon mal bei 95 ° zum Kochen bringen. Allerdings verlängern sich auch die Kochzeiten für Lebensmittel. (Für einige "Flachlandgerichte" müssen im Hochgebirge schon mal andere Kochzeiten oder veränderte Zubereitungen eingeplant werden!)

Das Prinzip wird auch im Schnellkochtopf (Druckkochtopf, Dampf(koch)topf, PAPINscher Topf) ausgenutzt – nur in anderer Richtung. Hier wird die Koch- bzw. Bearbeitungs-Zeit verkürzt, weil man durch den im inneren herrschenden Überdruck von 1 atü (Atmosphäre Überdruck) – entspricht also 2 at – erreicht, dass Wasser erst bei 121 °C kocht. Die Kochzeiten verkürzen sich z.T. recht beachtlich.



Besonders vorteilhaft ist das Dampf-Druck-Garen für Lebensmittel, die unter normalen Bedingungen mehrere Stunden kochen müssten. Bei kurzkochenden Lebensmitteln verringern die ähnlichen Anheizzeiten und die meist notwendige Abkühlphase vor dem Öffnen des Schnellkochtopfes den Zeitgewinn durch die verkürzte Garzeit.

In der Industrie werden sogenannte Autoklaven für verschiedensten Zwecke benutzt. In ihnen kann der Druck oft noch beachtlich höher eingestellt werden. Autoklaven werden bei der Konservierung oder der speziellen Zubereitung sehr langkochender und / oder großer Lebensmittel benutzt.

Allgemein gilt auch hier die RGT-Regel (VANT-HOFFsche Regel). Die besagt, dass bei einer Temperaturerhöhung um 10 K (entspricht 10 grad oder 10 °C (Unterschied)) die Reaktionsgeschwindigkeit durchschnittlich um das 2 bis 3fache steigt. In seltenen Fällen wurde auch schon mal bis zum 10fachen festgestellt. Bei einer Temperaturniedrigung kommt es zu einer entsprechenden Verringerung der Reaktionsgeschwindigkeit. Das Denaturieren von Eiweißen ist z.B. ein typischer Kochvorgang, der einer chemischen Reaktion entspricht.

Dies alles soll aber nicht darüber hinweg täuschen, dass Dämpfen bei Normaldruck im Vergleich zum Kochen länger dauert. Das Kochwasser hat normalerweise eine Temperatur von 100 °C. Der Dampf über der siedenden Flüssigkeit ist schon wenige Zentimeter oberhalb in der Gasphase um bis zu 2 K kälter. Desweiteren kommt hinzu, dass beim Dämpfen weniger Wasserteilchen ihre Energie auf das Gargut übertragen können (geringere Energiedichte).

Im normalen Leitungs-Wasser befinden sich verschiedene Calcium-haltige Verbindungen. Da sind zum Einen die gut löslichen zweifach positiv geladenen Calcium-Ionen zu nennen. Neben diesen finden wir immer auch verschiedene ausgleichende negativ geladene Ionen in Lösung. Sehr häufig sind dies Chlorid-, Sulfat-, Hydrogencarbonat- und Carbonat-Ionen. Weiterhin finden wir als Calcium-haltige Substanzen die schwerlöslichen Verbindungen Calciumoxid, Calciumsulfat und Calciumcarbonat. Um ein allgemeines Maß zu haben, werden alle Calcium-Gehalte einheitlich auf Calciumoxid bezogen gemessen und angegeben.

Je nach enthaltener Menge unterscheidet man weiches (wenig Kalk) und hartes Wasser (mehr Kalk).

Härtebereiche	
Härtebereiche 1 (weich) bis 1,3 mmol = 73 mg CaO (bisher 7°dH)	Härtebereich 3 (hart) 2,5 - 3,8 mmol = 213 mg CaO (bisher 14-21°dH)
Härtebereich 2 (mittel) 1,3 - 2,5 mmol = 140 mg CaO (bisher 7-14°dH)	Härtebereich 4 (sehr hart) über 3,8 mmol CaO (bisher über 21°dH)

Die Wasserwerke veröffentlichen regelmäßig Berichte über die Trinkwasserzusammensetzung. Der Kalkgehalt ist regional eigentlich sehr stabil. Somit kann man sich darauf mit Rezepten und einzusetzenden Reinigungsmitteln und –mengen gut einstellen kann.

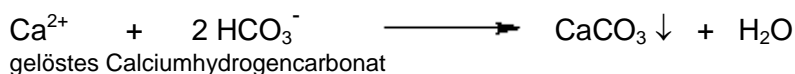
Bei der Verwendung als Reinigungsmittel und bei einigen Speisen wirkt sich der unterschiedliche Kalkgehalt des Trinkwassers ungünstig aus. Je höher der Kalkgehalt umso höher der Bedarf an Reinigungsmittel.

Ab einer Härte von 10°dH können im verstärkten Maße Kalkablagerungen in Wassertöpfen und Leitungen auftreten, die dann mit einem entsprechenden Aufwand entfernt werden müssen. Kesselstein läßt sich z.B. mit Säuren auflösen. In industriellen Entkalkern befinden sich z.B. wenig bedenkliche organische Säuren, wie Ameisensäure oder Essigsäure.

Bei Kaffee und Tee ist ein geringerer Kalkgehalt im Wasser ebenfalls geschmacksfördernd. Hierbei muß man aber regionale Effekte beachten. Wer seinen Kaffee oder Tee mit einem bestimmten Wasser (und Kalkgehalt) gewöhnt ist, wird die Geschmacksveränderungen durch anderes Wasser meist als unangenehm empfinden.

Zur Entkalkung von Wasser im Lebensmittel-Bereich eignen sich verschiedene physikalische und chemische Verfahren.

Durch Abkochen wird gelöstes Kohlendioxid ausgetrieben. Es bildet sich vorrangig schwerlösliches Calciumcarbonat aus den anderen Calcium-Verbindungen. Das Calciumcarbonat setzt sich dann als Kesselstein am Grund und an den Geräteteilen ab.



Auch bei der Destillation von (Leitungs-)Wasser bleiben die meisten Stoffe – einschließlich des Kesselsteins – zurück. **Destilliertes Wasser** ist sehr rein, aber in der Herstellung auch sehr teuer. Häufiger bekommt man es heute mit sogenanntem **demineralisiertem Wasser** zu tun. Hier werden die ungewünschten Ionen mit sogenannten Ionen-Tauschern entfernt. Diese sind zu Anfang mit reichlich Wasserstoff-Ionen oder solchen Ionen besetzt, die mit den üblichen Anionen leichtlösliche Salze bilden (z.B. Natrium). Beim Durchströmen durch den Ionenaustauscher wechseln die Calcium-Ionen und z.B. die Wasserstoff-Ionen die Plätze am Austauscherharz. Die Calcium-Ionen bleiben hängen und die Wasserstoff-Ionen gehen in Lösung. Nach und nach werden die Plätze der Wasserstoff-Ionen mit Calcium-Ionen besetzt. Dann muß der Ionenaustauscher ausgewechselt oder aufwändig regeneriert werden.

Anionen- und Kationen-Tauscher

Trinkwasser ist farb- und geruchlos. Farbliche und geruchliche Veränderungen sollten immer Alarmzeichen sein. Solch ein Wasser sollten unter keinen Umständen für die Herstellung und Zubereitung der Nahrung genutzt werden.

Gesundheitlich bedenklich ist der erhöhte Genuß von Wasser. Auch das Trinken von destilliertem oder reinem Wasser ist gefährlich. In beiden Fällen kann es zum verstärkten Entzug von Natrium-Ionen aus dem Körper oder Blut kommen. Dadurch kann es zum Wasserübertritt in Lunge und Gehirn kommen. Man spricht dann von einer "Wasservergiftung".

Exkurs: Trinkwasseraufbereitung und Abwasserreinigung

Trinkwasseraufbereitung

Je nach Quelle des Wassers (Quelle, Fluß, Grundwasser) werden unterschiedliche Maßnahmen zur Reinigung notwendig. Trinkwasser muß bestimmten (gesetzlich vorgeschriebenen) Kriterien entsprechen. Die Bestimmungen (Trinkwasserverordnung) sind strenger, als die für Mineralwasser.

Abwasserreinigung

Die Abwasserreinigung selbst ist sicher für die praktische Gastronomie nicht so interessant. Wir wollen trotzdem einen Überblick geben, um aufzuzeigen, wie viel Aufwand und Technologie dahinter steckt.

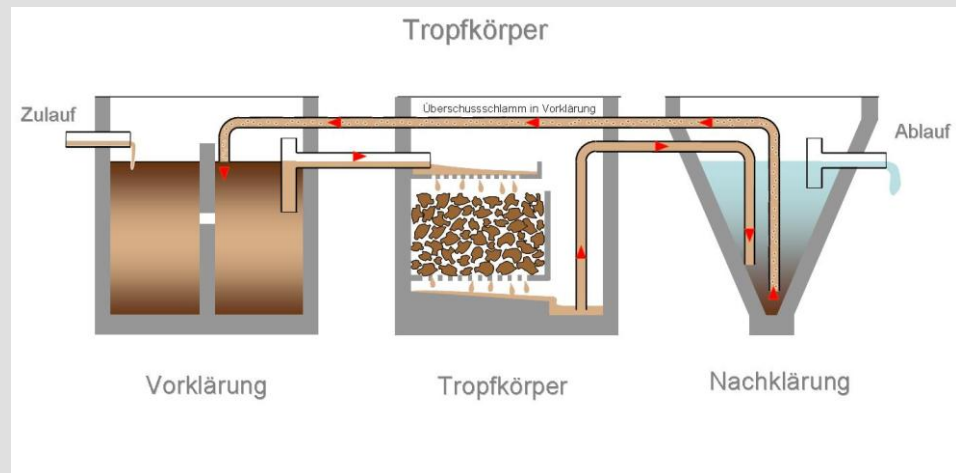
Für gastronomische Einrichtungen bestimmter Größe ist eine Vorbehandlung der Abwässer vorgeschrieben. Das Abwasser muss von den überschüssigen Fetten befreit werden. Die biologisch abbaubaren Fette würden den Aufwand in der Abwasserbehandlung vervielfachen.

In der Praxis sind heute alle Abwasserbehandlungsanlagen dreistufig. Nach einer mechanischen (physikalischen) Vorstufe folgt eine chemische Reinigung. Abschließend werden die Abwässer noch biologisch nachgereinigt. U.U. werden die Stufen auch gemischt, wenn es der Verschmutzungsgrad zulässt.

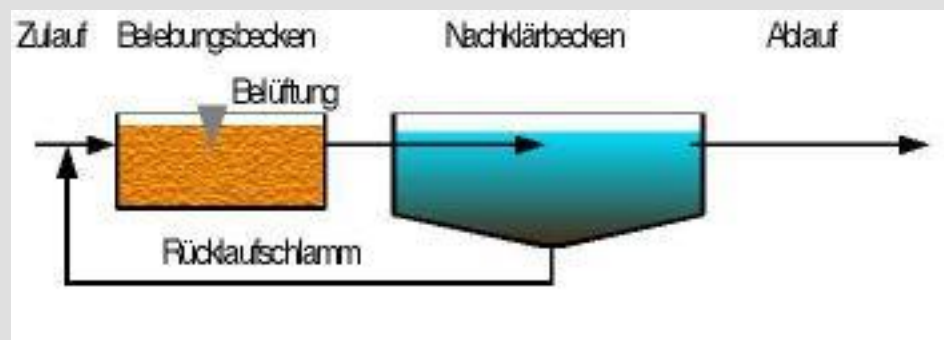
Moderne Anlagen für die Reinigung normaler kommunaler und einfacher gewerblicher Abwässer setzen auf die Belebtschlamm-Technik. So ist auch möglich geschlossene Stoffkreisläufe aufzubauen und damit die Umweltbelastung deutlich zu senken.

Mit Hilfe aerober Mikroorganismen werden die Abwässer von allen biologisch abbaubaren Bestandteilen befreit. Die Mikroorganismen fressen sozusagen das Abwasser sauber. Die Belüftung sorgt für den notwendigen Sauerstoff.

Der gebildete schwere Schlamm (Flocken, die u.a. aus Mikroorganismen-Kolonien bestehen) wird abgefiltert und kann als Dünger auf Felder verbracht oder der Kompostierung übergeben werden.



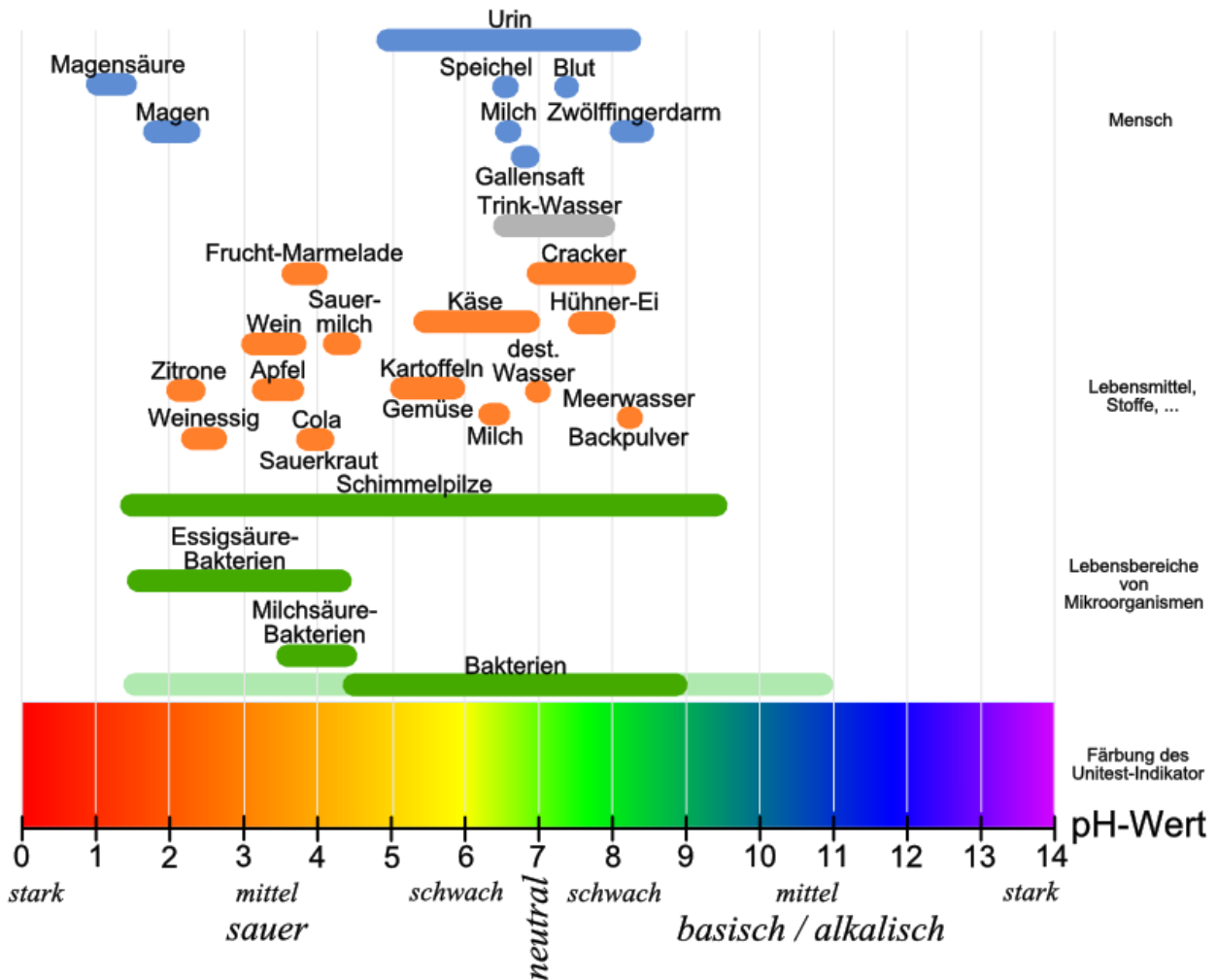
dreistufiges Klärverfahren
Q: de.wikipedia.org (Max Triton)



Belebtschlamm-Verfahren (schematisch)
Q: de.wikipedia.org (Konwiki)



Säure / Stoff	typischer pH-Wert	Base / Stoff	typischer pH-Wert
Bier	4,0 – 5,0		
Blut	7,35 – 7,45		
Butter	6,1 – 6,4		
Frischmilch	6,5	Darmsaft (Zwölffingerdarm)	8,3
Harn	5,5 – 6,5		
Kartoffeln	5,6 – 6,0		
Käse	4,8 – 6,4		
Kuh-Milch	6,3 – 6,6		
Limonade	2,0 – 3,0		
Magensaft	0,9 – 1,5	Meerwasser	8,3
Orangen-Saft	3,0 – 4,0		
Sauerkraut-Saft	3,4 – 3,6	Salmiak-Geist (Ammoniak-Lsg.)	11,0 – 11,5
Sauermilch	4,4	Seifenlösung	10,0 – 11,0
Selter-Wasser (CO ₂ -ges.)	3,8	Soda-Lösung	11,2 – 11,7
Speichel	6,7	Trink-Wasser	6,5 – 8,0
Tomaten-Saft	4,0 – 4,4		
Urin	4,8 – 8,4		
Wein	2,8 – 3,8		
Weinessig	2,3 – 2,6		
Zitronensaft	2,0 – 2,5		



3.4.3.1. Küchentechnische und technologische Bedeutung von Säuren

Geschmack:
 einer der Geschmacks-Richtungen (Geschmacks-Papillen auf der Zunge)
 leicht sauer wird von den meisten Menschen als sehr angenehm empfunden

Denaturierung von Proteinen:
 machen Lebensmittel genießbar, bekömmlich

z.B. werden Gräten bei sauer-ingelegtem Fisch decalcifiziert, durch den Entzug des Calciums weichen die Gräten auf, weil nur noch die organischen Bestandteile (??? Kollagene, ...) über bleiben

Herabsetzen des pH-Wertes
 für die meisten Mikroben liegt der Toleranzbereich gegenüber dem pH-Wert zwischen 5,5 und 11
 nur wenige Mikroorganismen sind Säure-unempfindlicher z.B. Milchsäure-Bakterien, Essigsäure-Bakterien

3.4.3.2. Küchentechnische und technologische Bedeutung von Basen

Brezel-Lauge → Natriumhydroxid (max. 40 g auf 1 l Wasser), ev. mit Indikator Methylorange versetzt (??? Funktion, Wahrscheinlich als Anzeiger, wenn Konzentration zu hoch?)

Heraufsetzen des pH-Wertes
seltener als Konservierungs-Methode verwendet

3.4.4. Nachweise für Wasser

qualitativer Nachweis für Wasser (I):

	<i>Nachweismittel</i>	<i>Bedingungen</i>	<i>Beobachtungen</i>	<i>Ergebnis</i>
Probe +	wasserfreies Cupfer(II)-sulfat (auch als Teststreifen od. auf Filterpapier)	aufstreuen od. mit Teststreifen berühren	Blaufärbung	Wasser
	(farblos, weiss)		anderes	wahrscheinlich kein (freies) Wasser

qualitativer Nachweis für Wasser (II):

	<i>Nachweismittel</i>	<i>Bedingungen</i>	<i>Beobachtungen</i>	<i>Ergebnis</i>
Probe +	wasserfreies Cobalt(II)-chlorid (auch als Teststreifen od. auf Filterpapier)	aufstreuen od. mit Teststreifen berühren	Rosafärbung	Wasser
	(farblos, weiss)		anderes	wahrscheinlich kein (freies) Wasser

quantitative (gravimetrische) Bestimmung des Wasser-Gehaltes:

Grundlagen / Prinzipien:

Die langkettigen Kohlenhydrate können an den vielen Hydroxyl-Gruppen und im Inneren der Moleküle diverse Stoffe ein- und anlagern (adsorbieren).

Materialien / Geräte:

Trockenschrank (ersatzweise Umluft-Backofen); Waage (Genauigkeit mind. 0,1 g); je Probe: Wägegglas; verschiedene Proben (z.B.: Gebäck, Kartoffeln, Käse, ...)

Durchführung / Ablauf:

- Bestimmung der Masse des Wägeglasses (m_0)
- Einwaage der Probe (auf Wägegglas) (m_1)
- Trocknung im Trockenschrank (3 h bei 105 °C oder 0,5 h bei 150 °C) (beim Umluftofen Lüftungsklappe öffnen! od. Ofentür kleinen Spalt offen lassen (z.B. mit Holzstiel od.ä. fixieren))
- Einwaage der getrockneten Probe (m_2)
- Berechnung des prozentualen Wasser-Gehaltes (W%)

$$W\% = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100\%}{m_1 - m_0}$$

- ev. Berechnung des Trockensubstanz-Gehaltes

$$T\% = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

oder

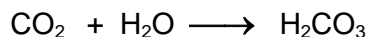
$$T\% = 100\% - W\%$$

3.4.5. Ergänzende Experimente zu und mit Wasser

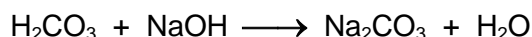
Bestimmung des Cohlendioxiid-Gehaltes von Mineralwasser

Grundlagen / Prinzipien:

Gelöstes Cohlendioxiid (CO_2) bildet in Wasser die instabile Cohlensäure (H_2CO_3).



Diese lässt sich mit einer starken Base (z.B. Natriumhydroxid (NaOH)) bekannter Konzentration recht genau titrieren.



Materialien / Geräte:

Bürette mit 0,1 M NaOH -Lösung; Probe 100 ml; Indikator (1%ige ethanolische Phenolphthalein-Lösung); ev. Magnetrührer

Durchführung / Ablauf:

- Probe mit 5 Tropfen Indikator versetzen
- vorsichtig bis zur bleibenden Rosafärbung titrieren (V_x) (immer gut schwenken oder rühren lassen)
- Versuch (für die exakte Bestimmung) mehrfach (3x) wiederholen (1. Wert wird verworfen)

Berechnung (für die oben angegebene Maß-Lösung (NaOH)):

$$m_{\text{CO}_2} = V_{\text{NaOH}} \cdot 2,2\text{mg}$$

Möglichkeiten / Methoden der Wasserenthärtung

Materialien / Geräte:

große Reagenzgläser; Siedestab od. Siedesteine

Durchführung / Ablauf:

- je Probe werden 30 ml Leitungswasser in ein großes Reagenzglas (RG) abgefüllt; dann werden die nachfolgende Methoden (zur Wasserenthärtung) durchgeführt
- RG 1: Blindprobe; ohne Behandlung
- RG 2: erhitzen und 10 min leicht sieden lassen; nach dem Abkühlen in ein anderes RG filtrieren
- RG 3: mit 10 Tropfen 15 %ige Soda-Lösung versetzen; umschütteln; in ein anderes RG filtrieren
- RG 4: mit 2 Spatelspitzen Waschpulver versetzen; 2 min umschütteln; in ein anderes RG filtrieren
- RG 5: mit 2 Spatelspitzen Wasserenthärter (z.B. Calgon) versetzen; umschütteln; in ein anderes RG filtrieren
- RG 6: mit 2 Spatelspitzen Zeolith A (Alumosilicat mit gitter-/käfigartiger Struktur) versetzen; 2 min umschütteln; in ein anderes RG filtrieren
- RG 7: mit 2 Spatelspitzen Ionenaustauscherharz (z.B. Amberlite IRC-718 (an Polystyrol gebundenes Iminodiacetat)) versetzen; 2 min umschütteln; in ein anderes RG filtrieren
- nach der Durchführung der Methode und ev. Abkühlen wird Gesamthärte (siehe Versuch oben) bestimmt

(semiquantitative) Bestimmung des Härtegrades von Wasser

Materialien / Geräte:

Teststäbchen für Gesamthärte (von Firma MERCK (Merckoquant) oder MACHEREY-NAGEL (Aquadur))

Durchführung / Ablauf:

- lt. Beipackzettel

Untersuchung des Lösungsverhaltens verschiedener Stoffe in Wasser

Materialien / Geräte:

Proben (Kochsalz, Zucker, Kartoffelstärke, Salatöl, Essig (z.B. auch Aceto balsamico), Trinkalkohol (ersatzweise Brennspritus), Backpulver, Soda, ...)

Durchführung / Ablauf:

- in je ein Reagenzglas (RG) eine Probe füllen (1 cm Höhe \approx 1 ml); 1 RG Blindprobe mit Wasser
- für jede Probe ein RG mit 5 ml Wasser füllen (für Backpulver-Probe größeren Kolben vorsehen!)
- Proben-RG in die Wasser-RG übeführen \rightarrow beobachten
- einmal kurz schütteln (normales Lösen) \rightarrow beobachten
- kräftig schütteln \rightarrow beobachten
- 10 min warten \rightarrow beobachten

Wirkung von Tensiden auf Wasser-Öl-Gemische

Materialien / Geräte:

verschiedene Spül- und / oder Reinigungsmittel (Fit; Spüli; Pril; Meister Propper; ...); Natriumoleat; Salatöl; Reagenzgläser; Folienstifte mit verschiedenen Farben (feine Mine)

Durchführung / Ablauf:

- je Reinigungsmittel und Natriumoleat ein Reagenzglas (RG) + 1x Blindprobe; in die RG je 4 ml Wasser füllen; mit 1 ml Öl überschichten; Phasengrenzen mit Folienstift 1 markieren
- kräftig schütteln; kurz stehen lassen und Phasengrenzen neben den ersten Markierung anzeichnen (Folienstift 2)
- je 5 Tropfen Reinigungsmittel zugeben und beobachten (Phasengrenzen mit Stift 3 markieren)
- kräftig schütteln; kurz stehen lassen und Phasengrenzen neben den anderen Markierung anzeichnen (Folienstift 4)

Herstellung von Kältemischungen

Grundlagen / Prinzipien:

Beim chemischen Lösen von Stoffen werden zum Teil beachtliche Mengen an Energie benötigt. Diese wird der Umgebung entzogen, so dass sie sich abkühlt. Weitere physikalische Effekte können die Gefrierpunkts-Erniedrigung beim Lösen einiger Stoffe und mögliche Phasen-Übergänge sein. In jedem Fall handelt es bei den ausgesuchten Stoff-Kombinationen (Kältemischungen) um endotherme Vorgänge.

Materialien / Geräte:

Styropor-Gefäß (oder alternativ Plaste-Wanne) mit Deckel, gestoßenes Eis, Kochsalz, Wasser; Kühl-Gut, Termometer

Durchführung / Ablauf:

- in einem isolierten Gefäß (z.B. Styropor-Kiste) werden Eis und Kochsalz im Verhältnis 3 : 1 gemischt
- zur Verbesserung des Kontaktes zum Kühl-Objekt kann kaltes Wasser zur Kühl-Mischung hinzugegeben werden
- während des Kühlens das Styropor-Gefäß immer gut verschließen; Kühl-Gut von Zeit zu Zeit immer schnell und gut umrühren

Zusatzuntersuchung:

- Messen Sie die Temperatur vor, während und nach dem Kühlen (in Kühl-Gut und in der Kältemischung)
- Wer schafft (in der Kurs-Gruppe) die tiefste Temperatur?

alternative / weitere Kühlmischungen:

- 100 g Wasser mit 100 g (gestoßenem) Eis (= 0 °C)
- 100 g Wasser mit 71 g wasserhaltiges Calciumchlorid (→ -12 °C)
- 100 g Wasser mit 100 g Ammoniumchlorid (→ -30 °C)
- 100 g Wasser mit 14 g Magnesiumchlorid (→ -34 °C)
- 100 g Eis mit 143 g Calciumchlorid (→ -55 °C)
- festes Kohlendioxid (Trocken-Eis) mit Alkohol (→ -78 °C)

Grundlagen / Prinzipien:

Materialien / Geräte:

Durchführung / Ablauf:

-

Zusatzuntersuchung:

-

Hinweise:

-

Abhängigkeit des Lösungs-Verhaltens von der Temperatur

Materialien / Geräte:

3 Tee-Beutel (schwarzer Tee oder Früchte-Tee (rot)); 3 Tee-Gläser; Heiß-Wasser-Zubereiter (Wasser-Kessel od.ä.); Thermometer (mind. bis 100 °C); Uhr mit deutlicher Minuten-Anzeige

Durchführung / Ablauf:

- die Tee-Gläser werden mit Wasser verschiedener Temperatur gefüllt (Leitungs-Temperatur, 20 °C, 60 °C, 98 °C)
- in jedes Tee-Glas wird ein Tee-Beutel eingehängt (auf möglichst gleiche Position achten; aber nicht rühren oder hin- und herschwenken)
- es wird die Verteilung des gelösten Tee's (zumindestens der Farbstoffe), die Intensität / Stärke / Konzentration (vergleichend) und die Temperatur beobachtet; Beobachtungszeit: 10 min; Zeitraster 1 min

Zusatzuntersuchung:

- nach 10 min Tee-Beutel entfernen und alle abkühlen / aufwärmen lassen, bis Zimmer-Temperatur erreicht wird
- den Geschmack der Lösungen (blind) prüfen

Abhängigkeit des Siede-Verhaltens von gelösten Stoffen

Materialien / Geräte:

Wasser-Topf (z.B. Milch-Topf; möglichst mit Deckel); Salz; Thermometer (mind. bis 100 °C); Uhr mit Sekunden-Anzeige; Meß-Becher; Tee-Löffel

Durchführung / Ablauf:

- für die einzelnen Versuch wird die Zeit bis zum Sieden (wallendes Kochen) und die Siede-Temperatur erfasst
- V1: reines Leitungswasser (1 l)
- V2: Leitungswasser (1 l) + 10 TL Salz
- V3: reines Leitungswasser (1 l); Salz-Zugabe erst beim beginnenden Sieden

Hinweise:

- es muß darauf geachtet werden, dass alle Gegenstände bei allen Versuchen die gleiche Ausgangs-Temperatur haben

Wasser-Haushalt eines Brötchens

Materialien / Geräte:

frisches Brötchen; Waage; Sieb; ev. Geschirr-Tuch

Durchführung / Ablauf:

- frisches Brötchen wiegen
- Brötchen einige Tage trocknen lassen (alle 12 h wiegen, bis keine Masse-Veränderung mehr eintritt)
- Brötchen in Wasser eintauchen (mehrere Minuten); über Sieb freies Wasser abtropfen lassen; wiegen
- Brötchen (ev. in Geschirr-Tuch eingewickelt) ausdrücken; wiegen
- Brötchen wieder einige Tage trocknen lassen (Messung, wie oben)

Hinweise:

- Versuch an einem sehr trockenem Ort durchführen (z.B. Trocknen über durchlaufenden Zimmer-Heizkörper)
- beim beginnenden Schimmeln den Versuch sofort abbrechen und das Brötchen entsorgen (z.B. Bio-Müll)

Grundlagen / Prinzipien:

Materialien / Geräte:

Durchführung / Ablauf:

-

Zusatzuntersuchung:

-

Hinweise:

-

3.4.6. Ergänzende Experimente zu und mit Säuren und Basen

Bestimmung des pH-Wertes verschiedener Lebensmittel

Materialien / Geräte:

Reagenzgläser + Ständer; pH-Test-Papier; verschiedene Indikatoren (z.B. Universal-Indikator, Phenolphthalein, ...)
Lebensmittel-Proben (z.B.: Essig, Mineralwasser (naturell, medium, mit CO₂), Cola, Limonade, ...)
Lebensmittel-Zusätze usw. (z.B. Zitronensäure, Weinsäure, Backpulver, Soda, ...)
weitere Stoffe (mit Bedeutung im Lebensmittel-Bereich) (z.B.: Seifenlauge, Haushaltsreiniger, Spülmittel)

Durchführung / Ablauf:

- Proben ev. mit etwas Wasser überfüllen
- mit pH-Papier testen
- ev. Proben-Lösung teilen und mit den verschiedenen Indikatoren prüfen

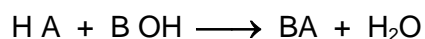
Hinweise:

- einige Haushaltsreiniger enthalten sehr aggressive Chemikalien → nur geringe Mengen verwenden (Zur Sicherheit mit Labor- od. Praktikums-Leiter abstimmen!!!)

Bestimmung des Säure-Gehaltes eines flüssigen Lebensmittels

Grundlagen / Prinzipien:

Säuren reagieren mit Basen unter Bildung von Salz und Wasser. Es kommt dabei zu einer Neutralisation (stöchiometrischer Ausgleich von Säure und Base). Diese Reaktion lässt sich mit (chemischen) Indikatoren, über Temperatur und Leitfähigkeit verfolgen und der exakte Ausgleichspunkt bestimmen. Beim Einsatz von bekannten Konzentrationen und Volumina für bestimmte Lösungen lassen sich die fehlenden Konzentrationen oder Menge berechnen. Das Verfahren wird Titration genannt.



A .. Säurerest

B .. Baserest

Materialien / Geräte:

Bürette mit 0,1 M NaOH-Lösung; Probe 100 ml; Auslauf-Pipette, Indikator (1%ige ethanolische Phenolphthalein-Lösung); ev. Magnetrührer

Durchführung / Ablauf:

- exakt ! 10 ml der Probe abnehmen (Auslauf-Pipette) und mit etwas destilliertem Wasser verdünnen (Einzelprobe)
- Einzelprobe mit 5 Tropfen Indikator versetzen
- vorsichtig bis zur bleibenden Rosafärbung titrieren (V_x) (immer gut schwenken oder rühren lassen)
- Versuch (für die exakte Bestimmung) mehrfach (3x) wiederholen (1. Wert wird verworfen, sollte 1. Wert sehr klein sein (unter 2 ml Verbrauch), dann mit 20 ml für die Einzelprobe weiterarbeiten)

Berechnung (für die oben angegebene Maß-Lösung (NaOH)):

- V_x der Einzelproben (nur für gleiche Einzelprobe-Volumen) mitteln
- gemittelt V_x mit 10 (bei 10 ml Einsatz) oder mit 5 (bei 20 ml Einsatz) multiplizieren
- Gehalt der Ausgangsprobe (100 ml) berechnen:

$$c[H^+] = \frac{c[OH^-] \cdot 100ml}{\overline{V}_x}$$

$$\text{oder } c[H^+] = \frac{0,1mol/l \cdot 100ml}{\overline{V}_x}$$

Bestimmung des Säure-Gehaltes eines flüssigen Lebensmittels

Grundlagen / Prinzipien:

Die Bestimmung wird prinzipiell, wie die Säure-Bestimmung durchgeführt. Als Maß-Lösung verwendet man 0,1 M Salzsäure und als Indikator Phenolphthaleïn.

Herstellung von Holzeisig

Materialien / Geräte:

großer Rundkolben mit seitlichem Ansatz; ERLLENMEYER-Kolben; Brenner; Holzspäne; Unitest-Papier

Durchführung / Ablauf:

- Rundkolben ungefähr zur Hälfte mit den Holzspänen füllen; Kolben verschließen
- mit dem Brenner stark und gleichmäßig erhitzen; Destillat im ERLLENMEYER-Kolben auffangen
- nach dem Abkühlen der Holzspäne sowohl den Geruch der Späne als auch den des Destillats prüfen
- Destillat auf pH-Wert prüfen

Herstellung von Weineisig

Materialien / Geräte:

großer Kolben oder große Flasche; Wein; frische dunkle Brotkrumen; Wasser

Durchführung / Ablauf:

- Kolben mit 0,75 l Wein und 0,5 l abgekochtem Wasser füllen
- 75 g zerkleinerte Brotkrumen dazugeben
- Kolben verschließen und eine Woche an einem warmen Ort stehen lassen

Herstellung von Obstessig

Materialien / Geräte:

großer Kolben oder große Flasche oder Maische-Bottich; Fall-Obst; Wasser, Tuch oder Geschirr-Handtuch

Durchführung / Ablauf:

- Kolben mit Fall-Obst und aufgekochtem Wasser füllen, so dass das Obst gerade bedeckt ist
- Kolben mit Gaze oder Tuch verschließen und einen Monat an einem warmen Ort stehen lassen
- dekantieren und ausdrücken des Gär-Ansatzes; anschließend den Sud filtrieren

Grundlagen / Prinzipien:

Materialien / Geräte:

Durchführung / Ablauf:

-

Zusatzuntersuchung:

-

Hinweise:

-

3.4.7. Wasser als Lebensmittel

3.4.7.1. Wasser als Trink-Lebensmittel

Leitungs-Wasser

Mineral-Wasser

natürliches Mineral-Wasser

Quell-Wasser

Tafel-Wasser

Heil-Wasser

3.4.7.2. Aufguß-Getränke

3.4.7.2.1. Tee

3.4.7.2.2. Tee-ähnliche Getränke

3.4.7.2.3. Kaffee

3.4.7.2.4. Kakao

3.4.7.3. Erfrischungs-Getränke

3.4.7.3.1. Frucht-Säfte, Frucht-Nektar, Fruchtsaft-Getränke

3.4.7.3.2. Limonaden, Brausen (und Cola)

3.4.7.4. Trend-Getränke

3.4.7.4.1. Energy-Drinks, Alkopops

3.4.7.4.2. Near-Water-Drinks, Sport-Getränke

3.5. Ballaststoffe

Früher hat man gedacht, einige Nahrungsstoffe würde unser Körper gar nicht brauchen – sie wären nur Ballast. Sie wurden voreilig als Ballaststoffe bezeichnet. Aus diesen Zeiten stammen auch science-fiction-Vorstellungen, dass man sich in der Zukunft mit einer Tablette (die alle Nährstoffe, Vitamine und Mineralstoffe enthält) ernähren könnte. Bei gründlicheren Untersuchungen (etwa nach 1970) stellt man dann schnell fest, dass dieser scheinbare "Ballast" ganz wichtige Aufgaben in der Ernährung erfüllt. Aus historischen Gründen hat man den veralteten Begriff "Ballaststoffe" aber beibehalten.

Interessant ist im Zusammenhang mit Ballaststoffen, dass man früher (vor 1900) wesentlich mehr von ihnen – und damit gesünder – gegessen hat. So wurden durchschnittlich 100 g/d von einer Person verzehrt. Heute sind es oft weniger als 20 g/d. Nach aktuellen Forschungen geht man von einer optimalen Menge von 20 bis 40 g/d aus.

Die moderne Definition des Begriffes Ballaststoffes wird vielleicht erst am Ende dieses Abschnittes in seiner ganzen Tragweite deutlich werden. Nichts desto trotz werden wir sie hier vorstellen. Ballaststoffe sind Stoffe aus verschiedenen (Nährstoff-nahen) Stoffgruppen ohne direkte Nährstoff-Funktion (nicht direkt unverdaulich) für den Menschen, aber mit wichtigen anderen ernährungsphysiologischen Funktionen (z.B. Aktivierung der Darmtätigkeit).

Auch andere Nährstoffe werden erst mit Hilfe von Mikroorganismen vollständig bzw. wesentlich weiterführend in unserem Darm aufgeschlossen. Eine absolute Abgrenzung der Ballaststoffe ist deshalb schwierig und wissenschaftlich nicht konsequent tragbar. In vielen Lehrbüchern werden deshalb die Ballaststoffe nicht als einzelstehende Gruppe geführt, sondern den ursprünglichen (chemischen) Stoffgruppen zugeordnet. Aber auch diese Zuordnung ist mit Problemen behaftet, da Ballaststoffe sich zumeist chemisch deutlich von den jeweiligen Nährstoff-Gruppen-Merkmalen unterscheiden.

3.5.1. Einteilung der Ballaststoffe

Die Ballaststoffe sind keine so einheitliche Stoffgruppe mit bestimmten Merkmalen, wie wir sie z.B. bei den Kohlenhydraten, Fetten und Eiweißen kennen gelernt haben. Die meisten Ballaststoffe sind eigentlich Kohlenhydrate oder Eiweiße. Nur wenige entstammen anderen chemischen Stoffgruppen.

In der Praxis unterscheidet man zwischen zwei großen Gruppen - den wasserlöslichen und den wasserunlöslichen Ballaststoffen.

Zu den wasserlöslichen Ballaststoffen zählen wir die **Pektine** aus der pflanzlichen Zellwänden, **Carubin** aus den Früchten des Johannesbrotbaums, **Guar** aus der Guarbohne, diverse **Schleimstoffe** aus dem Leinsamen sowie **Carrageen**, **Furcelleren**, **Agar-Agar** und **Alginat** aus verschiedenen Algen.

Zu den wasserunlöslichen zählen **Cellulose**, **Hemicellulose** und **Lignin**. Sie findet man ebenfalls in den Zellwänden verschiedener Pflanzen. Besonders verholzte Pflanzenzellwände enthalten sehr viele solcher wasserunlöslicher Stoffe. Die Einteilung in lösliche und unlösliche Ballaststoffe und ausschließlicher Beachtung pflanzlicher und ev. noch alginöser Herkunft kann schon als klassisch angesehen werden.

Moderne Untersuchungen, Lebensmittelzusammensetzungen und Betrachtungen schließen auch immer mehr die häufig unbeachteten Ballast- od. Füllstoffe aus tierischen, pilzlichen und mineralischen Quellen ein.

Damit ergibt sich eine weitere Einteilungsmöglichkeit nach der Herkunft. Gerade für Vegetarier ist diese von Bedeutung. Die meisten Ballaststoffe stammen aus Pflanzen. Auch die Bakterien und Blaualgen (Vorkernlebewesen bzw. Prokaryonten) haben einen beachtlichen Anteil in modernen und fremdländischen Lebensmitteln (z.B. Algen-Produkte, -Zusätze und -Präparate). Die wenigen tierischen Ballaststoffe – wie **Chitin**, **Horn**, **Federn**, **Haare** (Keratin) – spielen eine geringere Rolle. Das Chitin ist aber auch der belastende – schwer verdauliche Teil – vieler Pilze. Mineralische Füllstoffe in Lebensmitteln haben neben anderen technologischen Eigenschaften - dererwegen man sie vorrangig einsetzt – oft auch Ballaststoff-Merkmale. Ob man sie deshalb den Mineralstoffen oder Ballaststoffen zuordnet – oder beiden gemeinsam – ist eine Definitions- und Gewissens-Frage.

3.5.2. Vorkommen der Ballaststoffe

Wie wir gerade dargestellt haben, sind Ballaststoffe in unseren Lebensmitteln weit verbreitet. Die Anteile schwanken von 0 (z.B. Wasser) bis rund 50 % z.B. bei reiner Weizenkleie. Wegen der schweren analytischer Erfassung aller Ballaststoffe insgesamt, hat man früher nur die wasserunlöslichen Ballaststoffe erfasst. Dazu werden die Untersuchungsproben mit 1,25%iger Säure und 1,25%iger Base 0,5 Stunden gekocht. Danach wird mit Wasser, Alkohol und Ether extrahiert. Anschließend noch getrocknet bleibt so der unlösliche, Fett- und Stickstoff-freie Rückstand übrig – die Rohfaser. Der Rohfaser-Gehalt wird fast ausschließlich von Cellulose bestimmt. Deshalb sind oft auch Rohfasergehalt und der Gehalt an unlöslichen Ballaststoffen bzw. der Cellulose-Gehalt recht ähnlich. Praktisch sind die als "Rohfasergehalt" tabellierten Kennzahlen der Lebensmittel deutlich unter deren realen Ballaststoff-Gehalten. Zum Teil machen die Werte nur ein Fünftel bis ein Viertel des Gesamt-Ballaststoff-Gehaltes aus.

Aufgaben:

- 1. Ermitteln Sie von 5 Lebensmitteln den Ballaststoff-Gehalt lt. Etikett!*
- 2. Berechnen Sie, wie viel von den Lebensmitteln Sie täglich essen müssten, um die optimale Bedarfsdeckung von 20 g zu erreichen!*

Nahrungsmittel	Ballaststoff- gehalt [%]	Rohfaser- gehalt [%]	unlösliche BS [%]	lösliche BS [%]
Apfel	1 – 2,5	1	1	1
Apfelsinen	1 – 2	1	1	1,5
Banane	2	1	1,5	0,5
Blumenkohl	3		2,5	0,5
Bohnen	7,5 – 13	1	3,5	4
Cashewnuß	3		1,5	1,5
Cornflakes	4		3	1
Erbsen	5 – 15	5	2,5 – 4	1 – 2,5
Erdbeere	2		1	1
Feigen, getrocknet	9,5		8	2
Getreide, durchschn.	10	3		
Gurke	1	1	0,8	0,1
Haferflocken	9,5		5	4,5
Haselnuß	7,5		4,5	3
Heidelbeere	5		3,5	1,5
Pumpnickel	13	2		
Kartoffeln	2 – 4	1	0,5	1,5
Kidneybohne	8,5		3	5
Knäckebrot, Roggen-	14		10	4
Knäckebrot, Weizen-	12 – 13	2	9,5	3,5
Kokosnuß	9		7	2
Linsen	3 – 17	4	2	1
Mais (Korn)	7,5		6,5	1
Mandeln	10		6,5	3,5
Mehrkornbrot	8		5	3
Möhren	3	1	1,5	1,5
Müsli	4,5 – 14,5		3,5 – 11,5	1 - 3
Müsliriegel	7		4	3
Nudeln, gekocht	1,5		1	0,5
Pflaumen, getrocknet	9		4	5
Reis, natur	4		1	3
Reis, natur, gekocht	1		0,5	0,5
Reis, poliert	2		1	1
Roggen	13,5		10	3
Roggenbackschrot, Typ 1800	12		8,5	3
Roggenmehl, Typ 815	7		4	2,5
Roggenmehl, Typ 997	7		4	3
Roggenmehl, Typ 1150	7,5		4,5	3
Rosenkohl	4,5		3,5	1
Sultaninen	5,5		4	1,5
Toastbrot	4		2	2
Walnuß	4,5		2,5	2
Wassermelone	0,2		0,1	0,1
Weizen	9,5		7,5	2
Weizenbrot	3	3	1,5	1,5
Weizengrieß	7		5	2
Weizenkleie	49,5		46	3,5
Weizenmehl, Typ 405	3		1	2
Weizenmehl, Typ 550	3,5		1,5	2
Weizenmehl, Typ 1050	5		3	2
Weizenvollkornbrot	5 – 7	2	5	2
Weizenvollkornmehl/-schrot	10		7,5	2,5
Zwieback	5		3,5	1,5
Zwiebel	1,5		1	1

Daten-Quellen: diverse; www.gmf-info.de/ballaststoffe.pdf; viele Werte gerundet

3.5.3. allgemeine (physikalische und chemische) Eigenschaften der Ballaststoffe

Die meisten Ballaststoffe sind fest. Flüssige, wie z.B. Pektin sind eher die Ausnahme. Der Bau ist vorrangig makromolekular. Chemisch sind sie in der mehrzahl mit den Kohlenhydraten und Eiweißen verwandt und somit im Verhalten diesen Stoffen auch ähnlich. Die Verwandtschaft zu den genannten Nährstoff-Gruppen zeigt sich in mehreren Abwandlungen von den Stamm-Stoffgruppen. Unterschiede ergeben sich durch veränderten Strukturen (Struktur-Derivate), veränderte Monomere (Stoff-Derivate) sowie andere Bindungen zwischen den Monomeren (Bindungs-Derivate). Auf diese Veränderungen sind die (Art-eigenen) Enzyme im menschlichen Verdauungstrakt nicht eingerichtet. Sie können also nicht verwertet werden und haben deshalb auch keinen ernährungsphysiologischen Nährwert. Der chemische Energie-Gehalt ist aber sonst den anderen Nährstoffen (den Stamm-Stoffgruppen) äquivalent. Für andere Organismen (Mikroorganismen) ist die Energie aber zugänglich – sie haben passende Enzym-Bestecke. Das Interesse solcher Organismen für diese – für andere Organismen nicht nutzbare Energie-Ressourcen – ist entsprechend groß.

Das Lösungsvermögen der Ballaststoffe in Wasser teilt sie in zwei große Gruppen. Die löslichen Ballaststoffe sind zumeist recht gut löslich. Bei manchen sind ev. größere Mengen oder auch warmes Wasser nötig. Praktisch haben wir es mit kolloidalen Lösungen zu tun, d.h. die Moleküle schwimmen bzw. schweben im Lösungsmittel. Ursache dafür ist eine etwa gleiche Dichte im Vergleich zum Wasser.

Nichtlösliche Ballaststoffe lösen sich weder kolloidal – noch echt – in Wasser löslich. Dafür können sie aber große Mengen an Wasser an sich binden. Allgemein spricht man vom Wasserbindungsvermögen. Diese Fähigkeit schließt sowohl die oberflächliche Anhaftung (Adsorption) wie auch den inneren Einschluß (Absorption) ein. Für die Adsorption ist die Struktur der Molekül-Oberfläche entscheidend. Die verschiedenen funktionellen Gruppen oder polare Strukturen sorgen für gute Anhaftstellen.

An ihnen kann sich das polare Wasser-Molekül gut anbinden.

Die Aufnahme von Wasser in das Molekül-Innere sind neben den funktionellen Gruppen hier auch die Molekül-Raum-Strukturen wichtig. Das Wasser muß im Inneren gut Platz finden und auch gehalten werden können. Häufig kommt es dann auch zur Vergrößerung des Volumens – ein eindeutiges Zeichen für das Quellen. Das Quellvermögen vieler Ballaststoffe ist legendär.

Stoff	Wasser-Bindevermögen [g / g [Substanz]]
Guar	30
Leinsamen	4
Konnyaku	100
Pektin	12
Weizenkleie	3

Stoff	Quellvermögen
Kartoffel-Stärke	1000 x
Mais-Stärke	24 x
Weizen-Stärke	21 x

3.5.4. wichtige Ballaststoffe – kurz vorgestellt

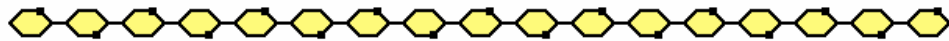
3.5.4.1. Cellulose

Bau, Vorkommen: Zellstoff ist mit 40 bis 50% neben dem Holzstoff (Lignin) der wichtigste Stoff im (trockenem) Holz. Cellulose ist auf der Erde das häufigste Kohlenhydrat und die häufigste organische Verbindung. Auch hier ist Glucose der Baustoff.

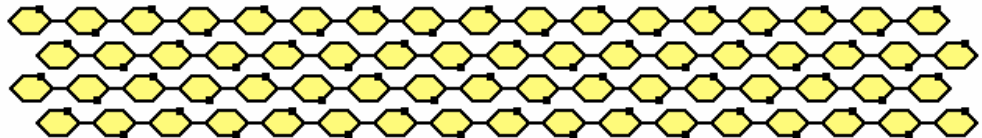
Zellstoff ist ein ausgesprochen kettenförmig gebautes Molekül aus bis zu 14000 Bausteinen. Im Zellstoff-Molekül sind die Moleküle (β -D-Glucose) aber immer abwechselnd angeordnet. Die Zellstoff-Moleküle sind im Wesentlichen langgestreckt. Sie bilden Fasern, die zur Zusammenlagerung neigen und dabei sogenannte Mikrofibrillen (unterer Teil in der unten folgenden Abbildung) bilden. Diese sind unter dem Mikroskop sichtbar

Zellulose ist Hauptbestandteil der pflanzlichen Zellen. Im Holz und der Baumwolle finden wir sehr beständige Bildungen der Zellulose

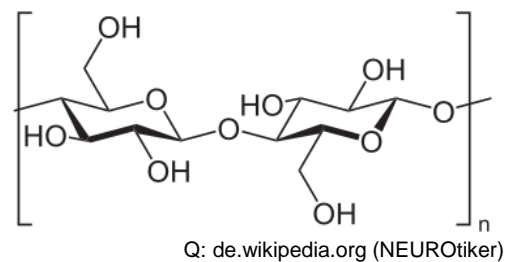
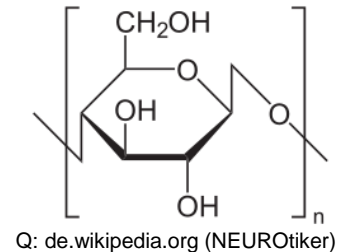
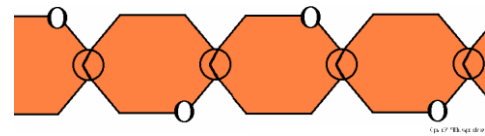
Einzelstrang
(einzelnes Molekül)



Mikrofibrille
(aus mehreren Cellulose-Molekülen)



Copyright Blaupause



Besondere Eigenschaften, Bedeutung: Eigentlich sollten die lösliche Stärke und der Zellstoff doch gleiche Eigenschaften haben. Aber die unscheinbar andere Anordnung der Glucose-Moleküle bewirkt völlig andere Stoffeigenschaften. Zellstoff ist völlig wasserunlöslich. Erst in starker Natronlauge (Natriumhydroxid) lässt sie sich auflösen. Die enge Lage der Fasern zueinander erlaubt es auch nicht, viel Wasser einzulagern. Zellstoff ist im Prinzip nicht quellfähig.

Cellulose kann vom Menschen nicht direkt verdaut werden. Dazu sind spezielle Mägen – wie die, der Wiederkäuer – notwendig. Im menschlichen Magen-Darm-Trakt leben aber einige Bakterien und Pilze, die kleine Teile der Cellulose spalten können. Die Mikroorganismen können sich dabei fortpflanzen und entwickeln so Biomasse. Diese wird von den Magensäften aber nach und nach aufgeschlossen. Besonders wichtig ist aber die verteilende und bindende Funktion der Cellulose im Darm. Nährstoffe werden im Darminhalt gleichmäßig verteilt und so schwerer zugänglich. Der Darm muss durch Bewegungen den Nahrungsbrei immer wieder durchmischen und weiter transportieren. Indirekt nutzt so die Cellulose unserer gesunden Ernährung.

Zum Nachweis nutzt man Chlorzinkiod-Lösung oder Schwefelsäure mit Iod. Zellulose färbt sich mit diesen Nachweismitteln blau bis violett (Iod-Zellulose).

3.5.4.2. Hemicellulosen

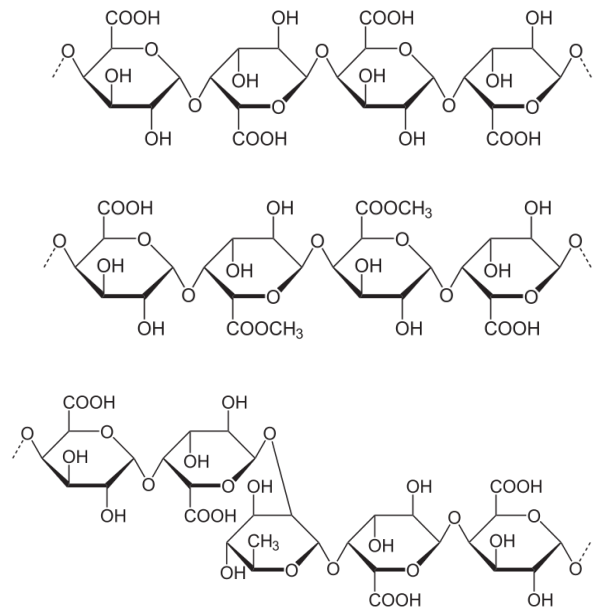
Bau, Vorkommen: Das Bauprinzip der Hemicellulosen ähnelt, dem der Cellulose. Die Moleküle sind aber wesentlich kleiner und enthalten als Monomere Xylose, Arabinose, Galactose und Mannose. Desweiteren sind am Bau die abgeleiteten Uronsäuren dieser Zucker beteiligt. Der Polykondensationsgrad liegt bei maximal 200. Es gibt lineare und verzweigt sowie homogene und heterogene Hemicellulosen. Zusätzlich werden regelmäßige und unregelmäßige Hauptketten, Seitenglieder und Seitenketten unterschieden.

In der Natur machen Hemicellulosen rund 30 % der Nichtzellulose-Bestandteile des Holzes aus. **Besondere Eigenschaften, Bedeutung:** Hemicellulosen sind meist wasserunlöslich und nicht vom Menschen selbst verdaubar. Teilweise können die Moleküle von Darm-Bakterien verarbeitet werden. Da diese Bakterien wiederum vom Menschen verdaut werden, ist eine indirekte Nutzung möglich. Die stofflichen Umsätze sind aber sehr bescheiden. Hemicellulosen sind sehr wichtige Ballaststoffe für eine gesunde Ernährung.

3.5.4.3. Pektine

Bau, Vorkommen: Polygalacturonsäuren, teilweise mit Methanol verestert unreife Äpfel und Citrusfrüchte enthalten sehr viel Pektin. Technisch werden sie auch aus Zuckerrübensaft gewonnen.

Besondere Eigenschaften, Bedeutung: relativ gut in Wasser löslich
Stabilisierungssubstanz von Biomembranen, regulieren Wasser- und Salz-Haushalt bei Pflanzenzellen, Geliermittel im Haushalt, sehr gut quellfähig, bilden schnittfeste Gele, verantwortlich für die Trübung z.B. vieler Fruchtsäfte (Apfel), um der Trübung (naturbelassener Saft) entgegenzuwirken, werden Enzymen zugegeben, die Pektine zerlegen (klarer Saft). Um nachträglich den Eindruck eines "naturtrüben" Saftes zu erreichen, werden nachträglich wieder Trübungsmittel zugesetzt.

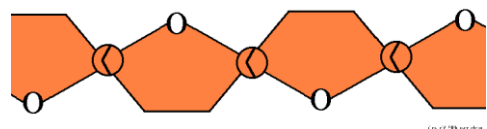


diverse Struktur-Ausschnitte für Pektine
Q: de.wikipedia.org (NEUROtiker)

3.5.4.4. Inulin

Alantstärke (Inulin)

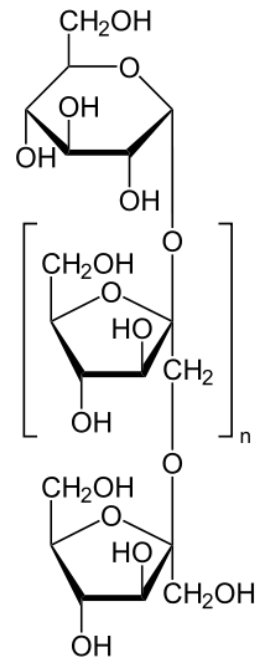
Bau, Vorkommen: Inulin kommt als Reservekohlenhydrat in der Tropinambur-Wurzeln vor. Weitere Vorkommen sind die Wurzeln von Schwarzwurzeln, Dahlien, Löwenzahn und Zichorien (Wegwarte).



Die Kettenlänge ist meist auf 100 Monomere begrenzt. Typisch werden 20 bis 40 Bausteine angegeben. Als Ketten-Bauelement wird die Fructose verwendet, die Enden sind mit Glucose abgeschlossen. Die Monomere sind 2,1- β -glykosidisch verknüpft.

Besondere Eigenschaften, Bedeutung: In heißen Wasser löst sich Inulin relativ gut und ohne Kleister- od. Gelbildung.

In der menschlichen Ernährung wird es gerne als diätisches Nahrungsmittel (Stärkeersatz) verwendet, da die wenige Fructose, in die es während der Verdauung zerlegt wird, etwas andere Stoffwechselwege geht, als die Glucose. Den Menschen fehlt das notwendige Enzym (Inulase) zur Zerlegung dieses Polysaccharids. Im Darm lebende Bakterien können es aber enthalten. Einige der Darmbakterien bauen das Inulin zu kurzkettigen Fettsäuren ab. Empfindliche Menschen leiden unter den, während der Bildung freiwerdenden, Gasen. Sie sind oft für ev. auftretende Blähungen verantwortlich. Weiterhin wird Inulin in der Lebensmittelindustrie als Fettersatz und Texturverbesserer genutzt



Q: de.wikipedia.org (NEUROtiker)

3.5.4.5. Alginate

Alginsäure (Algin)

Bau, Vorkommen: aus Braunalgen z.B. *Macrocystis*, β -1,4-glykosidisch-verknüpfte Gul- und Mann-Uronsäuren; Moleküle bilden Faltblattstrukturen

Algen werden am Strand gesammelt oder von Trawlern aus geerntet.

Die Ernte wird getrocknet und an Land das Algin extrahiert, gefiltert und gereinigt.

Besondere Eigenschaften, Bedeutung: mit Ca-Ionen bilden sich feste Gele, Verwendung in Milchprodukten

in der Lebensmittelindustrie werden die verschiedenen Salze der Alginsäure (E 400) verwendet:

E 401: Natriumalginat

E 402: Kaliumalginat

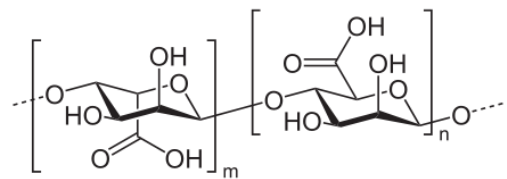
E 403: Ammoniumalginat

E 404: Calciumalginat

sowie das Propylenglycolalginat (PGA) als E 405.

werden vom menschlichen Körper nicht aufgenommen, gesundheitlich völlig unbedenklich; in großen Mengen senken sie die Eisen-Resorption und beeinflussen leicht die Eiweiß-Verdauung.

auch für Bio-Produkte zugelassen



Q: de.wikipedia.org (NEUROtiker)

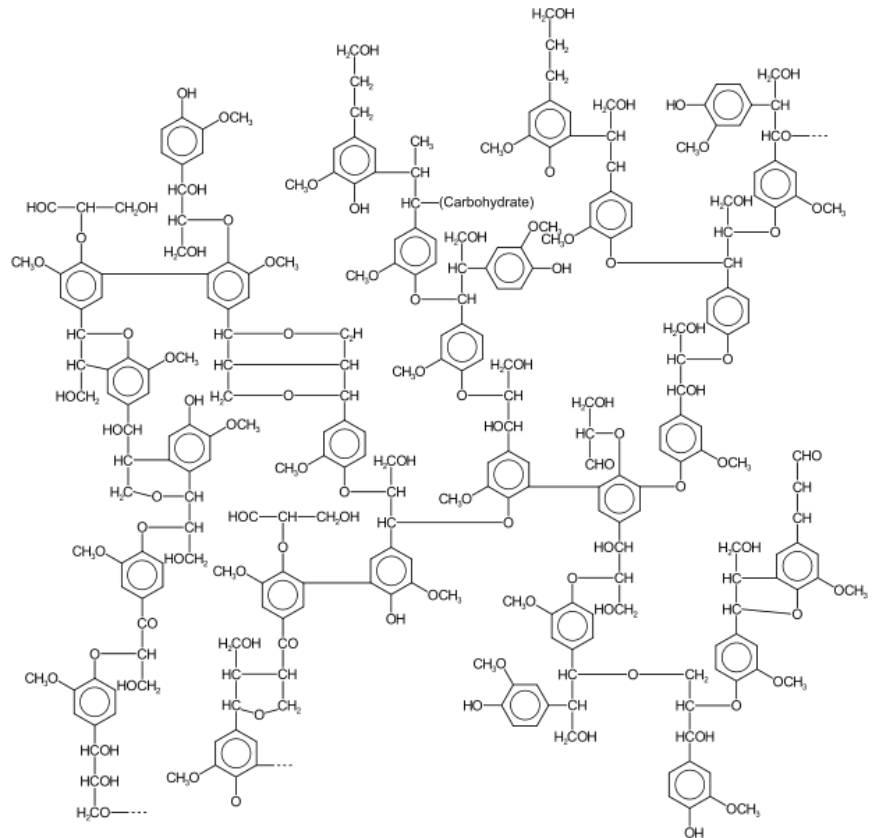


Macrocystis-Alge

Q: de.wikipedia.org (Shane Anderson)

3.5.4.6. Lignin

Holzstoff



Modell der Lignin-Struktur
Q: de.wikipedia.org (Karol007 (nach GLAZER + NIKAIIDO))

3.5.4.7. Chitin

3.5.4.8. weitere bedeutsame Ballaststoffe

3.5.5. Ernährungsphysiologische Bedeutung der Ballaststoffe

Ballaststoffe können vom menschlichen Verdauungssystem nicht direkt genutzt werden. Sie besitzen keinen direkten Nährwert. In unserem Verdauungstrakt (besonders im Dickdarm) leben aber viele Mikroorganismen, für die diese Stoffe eine willkommene Nahrungsgrundlage ist. Sie leben genau von diesen Ballaststoffen und vermehren sich unter anaeroben Bedingungen (ohne Luft- / Sauerstoff-Zufuhr) besonders prächtig. Die Mikroorganismen werden später von unserem Körper zersetzt und letztendlich liefern sie uns indirekt die Energie und Stoffe aus den Ballaststoffen. Zusätzlich kommen die unzähligen Zellinhaltsstoffe einer gesunden Ernährung zugute. Die Mikroorganismen machen uns rund 70% des physiologischen Energiegehalts des Pektins und rund 30% der Zellulose zugänglich. Man muss also ungefähr 4 bis 8 kJ pro g Ballaststoff mit in die Nährwertberechnung mit einbeziehen.

Aber Ballaststoffe haben noch weitere interessante und bedeutsame Eigenschaften. Durch ihre Anwesenheit werden wir zum stärkeren und längeren Kauen angeregt. Die Nahrungsstücke werden besser (Magen-Darm-gerechter) zerkleinert. Dadurch werden weitere Verdauungssäfte (Enzyme) freigesetzt, die insgesamt einer intensiveren Verdauung dienen. Ballaststoffe quellen leicht auf. Im Mund wird durch Ballaststoffe die Bildung alkalischen (basischen) Speichels angeregt. Dieser neutralisiert saure Lebensmittel. Dadurch kann wiederum die Bildung von Karies verringert werden.

Auch im Magen sorgen die Ballaststoffe durch ihre Größe und Unverdaubarkeit für eine gleichmäßige Verteilung. Damit werden auch die Magensäuren mitverteilt und ein Überschuss wird durch Ballaststoffe gebunden / neutralisiert. Die verschiedenen Pektine und Hemicellulosen können im Magen gut quellen und verfestigen damit den Mageninhalt. Der Nahrungsbrei bleibt länger im Magen und sorgt so für ein Sättigungsgefühl (Völlegefühl). Die Gesamtnahrungsaufnahme wird so reduziert.

Durch ihr Volumen und ihre Masse verstärken Ballaststoffe die Darmbewegung (Peristaltik) und verkürzen dadurch die Verweilzeit des Nahrungsbreis im Darm. Die Aufnahmefläche vergrößert sich und die Durchmischung ist gleichmäßiger. Dies trägt zu einer gleichmäßigeren und langsameren (verteilteren) Aufnahme der Nährstoffe (Resorption) bei (Verdünnungseffekt). Im Darm binden sie verschiedene Stoffe (z.B. Gallensäuren) an ihre Oberfläche (Adsorption) oder binden sie im Molekülinnenen (Absorption). Die den Ballaststoffen oft nachgesagte Senkung des Cholesterin-Wertes in Blut und Leber konnte wissenschaftlich nicht nachgewiesen werden.

Im Wasserhaushalt des Darmes und des menschlichen Körpers spielen Ballaststoffe eine große Rolle. Die Meisten von ihnen können sehr gut quellen und damit große Wassermengen binden. Bei Bedarf wird das Wasser abgegeben und steht für diverse physiologische Vorgänge zur Verfügung.

Die Aufnahme von Mineralstoffen und deren Regulation wird durch den freien Wassergehalt des Darms und durch bindende Stoffe (wie z.B. Ballaststoffe) bestimmt.

Mit den Ballaststoffen nehmen wir auch viele pflanzliche Abwehrstoffe, Phytoöstrogene und weitere sekundäre Pflanzenstoffe zu uns. Sie fördern eine gesunde Ernährung. Andere – ganz spezielle Stoffe – nehmen wir durch die Verdauung der von den Ballaststoffen lebenden Mikroorganismen auf. Dies sind vorrangig verschiedene organische Säuren.

Insgesamt konnte man feststellen, dass eine normale ballaststoffhaltige Nahrung den typischen Wohlstandskrankheiten - wie Übergewicht, Diabetes und Arteriosklerose - entgegen wirkt.

Für die tägliche Ernährung sollte man 40 – 50 g Ballaststoffe einplanen. Die aktuelle Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) liegt bei 30 g. Diese Bei gesunder Ernährung wird eine völlig ausreichende Menge von Ballaststoffen mit Vollkornprodukten, Kleie, Rohkost, Obst, Gemüse und Kartoffeln aufgenommen. Die eine Hälfte der Ballaststoffe sollte aus Getreideprodukten und der Rest aus Obst, Gemüse usw. stammen. Eine extra Gabe von Ballaststoffen als Präparat ist nicht notwendig und hat sich in der Praxis als eher schädlich herausgestellt. In sehr neuen Studien scheint sich auch zu bestätigen, dass schon die oben empfohlenen Ballaststoff-Mengen eher zu hoch angesetzt sind. U.U. können sie schon für die diverse Verdauungsschwierigkeiten verantwortlich gemacht werden.

Entgegen der vielfachen Empfehlung vorrangig Gemüse zur verbesserten Ballaststoff-Versorgung zu benutzen, sollte man eher auf die ernährungsphysiologisch günstigeren Voll-

korn- und Getreide-Produkte orientieren. Eine Ergänzung mit Obst und Nüssen scheint daneben ebenfalls günstig.

Ballaststoffe sind für die gesunde Stuhlbildung hinsichtlich Menge, Festigkeit und Zusammensetzung von großer Bedeutung.

Indirekt sorgen Ballaststoffe durch ihren Beitrag zu gesunder Ernährung auch zur Stärkung des Immunsystems bei. Ein Zentrum der Immunabwehr sitzt im Mastdarm.

3.5.6. Gesundheitliche Bedeutung der Ballaststoffe

Erst seit den 70iger Jahren weiss man mehr über die Bedeutung der Ballaststoffe in der gesunden Ernährung. Wesentliche Pionierarbeiten stammen von BURKITT und TROWELL. Sie vermuteten einen Zusammenhang zwischen der schlechten Ballaststoffzufuhr in der "modernen" Ernährung und der Zunahme diverser Zivilisationskrankheiten

Durch mangelhafte Ernährung mit Ballaststoffen können von "einfachen" Verdauungsstörungen bis zur schwerwiegenden Krankheiten sehr viele Krankheitsbilder auftreten. Oft wird kein direkter Zusammenhang zu den Ballaststoffen erkannt.

mangelndes Sättigungsgefühl → Übergewicht (auch schon bei Kleinkindern, Prägung des Essens- und Nährstoffverwertungstypes)

erhöhte Kariesgefahr durch zu geringe Bindung und Neutralisierung von Basen, auch Magenschleimhautreizungen / -entzündungen / -geschwüre

durch verringert Darmbewegungen Überangebot bestimmter Nährstoffe (zu lange Resorptionsmöglichkeit), Verstopfungen und damit durch zu geringe Stuhlentwicklung auch zu Hämorrhoiden

erhöhte Konzentrationen an verschiedensten Darminhaltstoffen, da Darmvolumen (durch Ballaststoffe) fehlt (zu leichte und zu intensive Resorption)

schlechte Verteilung der Fette und damit zu gute / zu hohe Verfügbarkeit

Blutzuckerspiegelschwankungen, ähnlich auch für andere resorbierte Stoffe

Durchfall durch bessere Entwicklungsmöglichkeiten von Mikroorganismen

giftige Stoffwechselendprodukte und Darminhaltsstoffe (Nahrungsbestandteile) verweilen länger im Darm und können leichter in den Körper gelangen

durch freie Gall(en)säuren kann es zu Dickdarmkrebs kommen

Verwendung von Vollkornprodukten (rund 70 % der Ballaststoffe befinden sich in den Randschichten, die beim Herstellen von hellem Mehl (Typ 405) abgetrennt werden)

Erhöhung Brotkonsum empfehlenswert, dagegen Reduktion Fertigprodukte (wie Riegel, Milchsnitten usw. usf.) Diese enthalten zu viele sofort oder schnell erreichbare Kohlenhydrate. Zusätzlich geringerer Sättigungseffekt und ungünstige Darmassage-Eigenschaften.

Reduktion von Fleisch- und Wurstwaren, da diese ebenfalls deutlich weniger Ballaststoffe enthalten als die typischen Ausgleich-Lebensmittel Gemüse und Obst

Bei allem Guten gibt es auch Gefahren, die besonders mit einem zu hohem Ballaststoffgehalt in der Nahrung einhergehen. Zu viele Ballaststoffe verstärken den Mineralstoffverlust - besonders bei Calcium, Magnesium, Zink und Eisen - und sie bewirken ein verstärktes Wachstum von Mikroorganismen mit gasförmigen (z.T. übelriechenden) Stoffwechselendprodukten. Zu viele Ballaststoffe können durch ihr Aufquellen einen zu großen Wasserentzug im Körper bewirken. Dadurch kommt es eventuell zu Dickdarterweiterungen und Verstopfungen.

schützen vor Blinddarmentzündung, Hämorrhiden, Darmkrebs, Divertikel-Bildung

3.5.7. technologische Eigenschaften der Ballaststoffe und ihre Nutzung

Wasserbindungsvermögen

eingeschlossenes und adsorbiertes Wasser

lösliche Stoffe haben ein ausgeprägteres Wasserbindungsvermögen (hier meist Adsorption)

Quellvermögen

eingeschlossenes Wasser, verstärkte Aufnahme von Wasser in die Matrix (Struktur) eines Stoffes mit der Konsequenz einer Volumenzunahme (quellen → ausdehnen)

in Wasser nicht lösliche Stoffe, die aber ein gutes Wasserbindungsvermögen besitzen, haben eher die Tendenz Wasser ins Molekül aufzunehmen

Zerstörbarkeit, Zersetzung:

bei Lagerung und durch Konservierungsmethoden (z.B. Sauerkraut-Herstellung) kommt es zu Verlusten; aber auch erst dadurch wird u.U. eine gute Bekömmlichkeit erreicht

Beim Kochen muss man mit einem rund 10%igen Verlust an Ballaststoffen durch Auflösung und Zerstörung rechnen.

Viskosität, Fluidität

prinzipiell für alle Stoffe ($\eta[\text{Sauerstoff}] = 19 \mu\text{Pa} \cdot \text{s}$,
 $\eta[\text{Glas}] = 10^{18} \text{mPa} \cdot \text{s}$)

vorrangig aber für Flüssigkeiten benutzt

Stoff	dynamische Viskosität η [mPa * s]
Wasser (5 °C)	1,52
Wasser (20 °C)	1,00
Wasser (25 °C)	0,89
Ethanol	1,19
Essigsäure	2,3
Traubensaft	2 – 5
Kaffesahne	10
Blut	2 – 25
Olivenöl	$\approx 10^2$
Glycerol	1.480
Sirup	$\approx 10^5$

Regulationsvermögen für den Wasserhaushalt

Bindevermögen für Stoffe

Toxine, Gallensäure und ihre Salze

lösliche BS helfen bei der Cholesterol-"Ausscheidung"

mikrobiologische Verwertbarkeit

im Dünndarm, Dickdarm usw.

Nährboden für Mikroorganismen in Nahrungsmitteln → ev. auch solche, die in Nahrungsmitteln eher schädliche Einflüsse haben

Veränderung der Darmflora

natürliche Füllstoffe

machen Lebensmittel ernährungsphysiologisch höherwertig, z.B. auch durch den verzögerten Nahrungsaufschluß im Magen-Darm-Trakt → Glättung des Blutzucker-Spiegels (z.B. für Diabetiker interessant)

3.5.8. Nachweise der Ballaststoffe

3.5.9. Experimente mit Ballaststoffen

Adsorptionsvermögen von Ballaststoffen

Grundlagen / Prinzipien:

Die langkettigen Kohlenhydrate können an den vielen Hydroxyl-Gruppen und im Inneren der Moleküle diverse Stoffe ein- und anlagern (adsorbieren).

Materialien / Geräte:

Becherglas; ERLLENMEYER-Kolben; Glasfilter; Glasstab; Filterpapier; Weizenkleie; Tinte, farbiger Fruchtsaft oder Rotwein

Durchführung / Ablauf:

- Weizenkleie im Becherglas mit reichlich Wasser aufschlänmen
- Fruchtsaft, Rotwein oder Tinte zugeben, umrühren und 30 min stehen lassen
- Aufschlammung filtrieren
- (eventuell Versuch ohne Weizenkleie (Blindprobe) und / oder mit anderen Mehrfachzuckern wiederholen)

Quellfähigkeit von Ballaststoffen

Materialien / Geräte:

Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Glasstäbe, Wasser, verschiedene Ballaststoffe (z.B. Pektinpulver, Kleie, Cellulose, ...)

Durchführung / Ablauf:

- in die Reagenzgläser gleichviel Wasser füllen (ungefähr 5 cm hoch)
- je eine Probe (der Ballaststoffe) in die Reagenzgläser geben (ungefähr 1 cm hoch)
- Höhe der Probe mit Stift markieren
- regelmäßig mit Glasstab umrühren
- alle 5 min Beobachtungen notieren (maximal 20 min lang) (Höhe der Probe, Farbe und Fließfähigkeit der Lösung)

Prof. Victor HERBERT:

"Der Verkauf von Megadosen antioxidativer Vitamine, um Krebs zu bekämpfen, das Immunsystem zu verbessern und das Altern zu verzögern, verbunden mit der Darstellung, dass den Produkten nachweislich diese Wirkungen zukommen und sie außerdem sicher sein, ist ein Multimilliardenbetrug."
(aus /14/ S. 30)

3.6. Vitamine

Vitamine sind Stoffe aus sehr verschiedenen Stoffgruppen, die aber für die Lebensvorgänge von entscheidender Bedeutung sind. Vitamine sind eher die regierende Klasse der Stoffe. Sie steuern und regeln die Stoffwechselfvorgänge. Bei einigen anderen Vitaminen überwiegen die Schutzfunktionen (gegen Strahlung, Licht und Keime). Auf zellulärer Ebene sind aber auch dies biochemische Vorgänge, die dem Stoff- und Energiewechsel zuzuordnen sind.

Der Name **Vitamin** leitet sich von **vita** - lat. Leben - und **amin** - lat. Stickstoff-Verbindung - ab. Der Begriff wurde von K. FUNK 1912 vorgeschlagen, nachdem er aus den Hüllen von Reis einen Stoff gewonnen hatte, der gegen die **Beriberi**-Krankheit half. Dieser Stoff – das Thiamin – war eine stickstoffhaltige Substanz. FUNK hatte das Vitamin B₁ gefunden. Irrtümlich nahm man an, dass alle Vitamine stickstoffhaltig sein. Vor 1912 wurden Vitamine unter dem Begriff **Beinährstoffe** geführt. Der Begriff sollte alle ernährungsrelevanten, organischen Stoffe beinhalten, die nicht den Eiweißen, Fetten oder Kohlenhydraten zuzuordnen sind. Im Prinzip sind dies die Vitamine. Daneben geistern immer noch gleich bedeutende Begriffe wie **akzessorische Nährstoffe** (HOPKINS; HOFMEISTER) und **Nutramine** (ABDERHALDEN) durch die Literatur. Weit verbreitet ist auch heute noch die Klassifizierung als nichtwertgebende Nährstoffe. Dies soll die Bedeutung der Vitamine und den entscheidenden Unterschied zu den "wertgebenden" Nährstoffen (Fette, Kohlenhydrate, Eiweiße) verdeutlichen.

Die Kurzbenennung der Vitamine mit Buchstaben stammt von E. V. McCOLLUM. Im Laufe der Jahre haben sich einige – früher als Vitamine identifizierte Stoffe – als nicht dazu gehörig herausgestellt. So treten heute Fehlstellen in der Buchstabenfolge auf. Ein Beispiel ist das Vitamin F. Darunter verstand man früher die ungesättigten Fettsäuren (besonders Linol- u. Linolensäure). Heute wissen wir, dass ungesättigte Fettsäuren nicht als eigenständige Stoffe aufgenommen werden. An anderer Stelle musste man feststellen, dass ein einzeln geglaubtes Vitamin (Vit. B) eigentlich eine ganze Gruppe ist. Hier ging man dann zur Untergliederung mit Ziffern (B₁ ... B₁₂) über.

Heute verstehen wir unter Vitaminen, solche organischen Stoffe, die lebensnotwendig (essentiell) sind, aber nicht zu den Nährstoffen gehören und vom Organismus nicht selbst gebildet werden können. Sie haben im Stoffwechsel vorrangig steuernde und regelnde Funktionen (und eben keine energieliefernde bzw. Baustoff-Funktion).

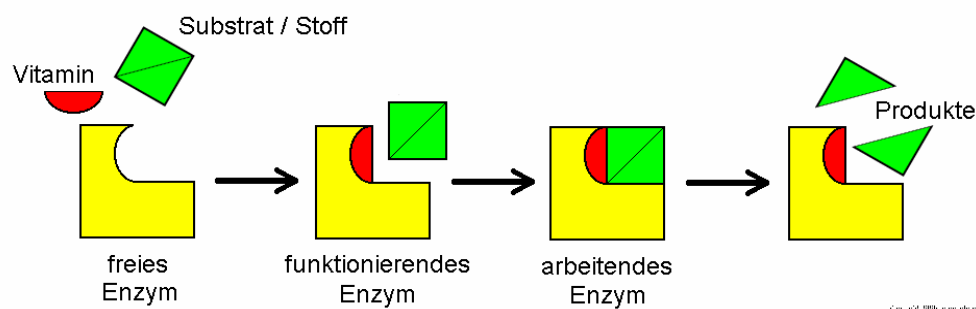
Allen Vitaminen ist gemeinsam, dass sie nur in geringen Mengen benötigt werden. Mit Ausnahme des Vitamin C brauchen wir täglich nur Mengen im Bereich bis maximal 10 mg. Vom Vitamin C braucht unserer Körper dagegen durchschnittlich 75 mg pro Tag.

Bei vielen Vitaminen machen sich schon leichte Mangelsituationen / Unterversorgungen (**Hypovitaminosen**) bemerkbar. Besonders wasserlösliche Vitamine sind hier betroffen, da im Allgemeinen eine Speicherfähigkeit nicht gegeben ist. Nur die Vitamine A und D sind (zeitlich) begrenzt speicherbar.

Ein vollständiger bzw. permanenter Mangel an einzelnen Vitaminen (**Avitaminosen**) kann schwere Stoffwechselkrankheiten hervorrufen, die auch tödlich enden können. In Erinnerung ist dem Einen oder Anderen vielleicht **Skorbut** als Vitamin C-Mangel bei Seefahrern.

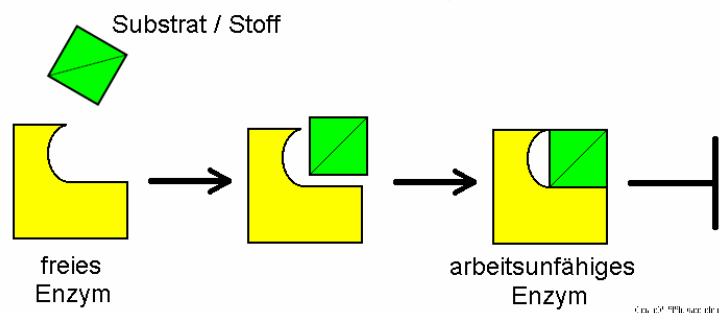
Vitamine werden in unserem Körper vor Allem als Teile von Enzymen (Katalysatoren, Arbeitsstoffe der Zellen) verwendet (s.a.: 4. Stoffwechsel).

Für jede Umwandlung von einem Stoff in einen anderen ist mindestens ein Enzym verantwortlich. Nur mit dem Vitamin als Partner kann das Enzym seine Aufgabe erfüllen.



Nach der Arbeit wird das Vitamin (als Coenzym bzw. prosthetische Gruppe) zumeist wieder abgespalten und steht erneut zur Verfügung. Durch die ständig ablaufenden Abbau-Prozesse in unserem Körper, werden auch die Vitamine langsam abgebaut und müssen immer wieder neu aufgenommen werden.

Fehlen den Enzymen irgendwelche Teile (Koenzyme), dann können sie nicht richtig arbeiten. Der Stoffwechsel bleibt quasi an dieser Stelle stehen.



Dadurch entsteht z.B. ein Mangel an Produkten, die das Enzym produziert bzw. ein Überschuß an Stoffen die eigentlich umgesetzt werden sollten.

Die Folge ist zumeist eine Stoffwechselkrankheit (**Avitaminose**). Wir erkranken also nicht direkt am Vitamin-Mangel, sondern an den fehlenden Wirkungen des Vitamins in unserem Körper. In der Medizin sind auch Vitamin-Überschuß-Krankheiten (**Hypervitaminosen**) bekannt. Diese kommen selten vor, da die aufgenommene Menge um ein vielfaches größer sein muss, als die Normal-Menge.

Heute werden aber solche Erkrankungen häufiger. Grund sind Selbstmedikationen und Falschdosierung mit Multivitamin-Präparaten. Außer unspezifischen Krankheitsbildern und finanziellen Verlusten bringen die Multi-Vitamin-Präparate kaum etwas - weswegen man sie ja auch frei kaufen kann. Es fehlen zum Einen die notwendigen Begleitstoffe aus der natürlichen Nahrung und zum Anderen nehmen wir von den meisten (/ allen) Vitaminen mit der Nahrung reichlich zu uns.

In den letzten 100 Jahren sind auch die Kenntnisse über Vitamine weiter angewachsen. Durch die intensive Forschung sind viele neue Vitamine – oder als Vitamin verdächtige Stoffe – bekannt geworden, von denen man aber selten die genaue Wirkung kennt. Sie kommen einfach in viel zu geringen Mengen in den Lebensmitteln und in unserem Körper vor. Die meisten Stoffe werden von uns nebenbei mit der normalen Nahrung aufgenommen.

Wir werden uns hier auf die traditionellen Vitamine beschränken. Ein Mangel an den seltenen Vitaminen ist nicht bekannt bzw. konnte nicht eindeutig bestimmten Krankheitsbildern zugeordnet werden.

Wir teilen die Vitamine hinsichtlich ihres Lösungsverhaltens in zwei Gruppen ein. Zu den fettlöslichen Vitaminen zählen die Vitamine A, D, E und K (Eselsbrücke: EDEKA). Der Vitamin-Komplex B (Vitamine B₁ bis B₁₂) und das Vitamin C gehören in die Gruppe der wasserlöslichen Vitamine. Das Lösungsverhalten ist bei einer gesunden Ernährung mit zu beachten. Für die Nutzung von fettlöslichen Vitaminen ist die Begleitung von Fetten eine unbedingte Voraussetzung. Deshalb ist ein dosierter Zusatz von Ölen z.B. zu Rohkost- od. Obst-Salaten usw. usf. wichtig.

Viele Vitamine liegen in den Nahrungsmitteln in einer unfertigen Vorstufe vor. Erst in unserem Körper werden diese so genannten Pro-Vitamine (Vor-Vitamine) in die aktiven Vitamine umgewandelt. Dazu sind oft bestimmte Begleitumstände notwendig. Für die Fertigstellung des Vitamins D wird z.B. ultraviolettes Licht benötigt.

Vitamin	Vorkommen in Nahrungsmitteln	Aufgaben im Körper / Funktionen	tägl. Bedarf (Erwachsener)	Mangelscheinungen	Besonderheiten
Vitamin A Retinol Provitamin: Carotin	Eigelb, Palmöl, Leber, Lebertran, Karotten, Eigelb, Spinat, Petersilie, Fischleberöle	Beeinflussung des Zellwachstums, Wachstumsfaktor, Hautschutz Beteiligung am Sehvorgang	0,8 – 1,7 mg	Nachtblindheit, Verhornung von Haut und Schleimhäuten, Wachstumsstörungen	
Vitamin B₁ Thiamin	Vollkornzerzeugnisse, Haferflocken, Hefe, Fleisch, Innereien	Abbau der Kohlenhydrate, Bestandteil von Enzymen (Dissimilation), wichtig für Nervenfunktionen	1,3 – 1,8 (– 10) mg	Wachstumsstörungen, Nervenstörungen, Nervenentzündungen, Beri-beri-Krankheit, Durchfall, Muskelschwäche, Herzfunktionsstörungen	
Vitamin B₂ (G) Riboflavin (Lactoflavin)	Vollkornzerzeugnisse, Hefe, Fleisch, Innereien, Eier, Seefische, Milch, Gemüse Pilze	In vielen Enzymen enthalten (Dissimilation), Steuerung von Stoffwechselforgängen, Umsetzung der Nährstoffe; wichtig für Haut- u. Nagelbildung	1,8 – 2,0 mg	Erkrankung der Haut und Schleimhäute, Gewichtsabnahme, Wachstumshemmung, Hornhauttrübung, erhöhte Lichtempfindlichkeit, Blutarmut	
Vitamin B₃, PP Niacin (Nicotinsäure, Nicotinsäureamid)	Getreideprodukte, eiweißreiche Lebensmittel, Blattgemüse	Coenzym im Eiweißstoffwechsel, fördert Gehirntätigkeit	15 – 20 mg	Krämpfe bei Säuglingen (beim Erwachsenen nicht bekannt); Migräne, Erkrankungen der belichteten Haut	
Vitamin B₄ Adenin	pflanzliche Öle, Fischöle				
Vitamin B₅ Pantothensäure	Leber, Weizenkeime, Gemüse	Wundheilung, fördert Immunreaktionen und Abwehrreaktionen	8 – 10 mg	keine	
Vitamin B₆ Pyridoxin	Leber, Kiwi, Kartoffeln, Fisch, Vollkornzerzeugnisse, Gemüse	Coenzym im Eiweißstoffwechsel, schützt vor Nervenschädigungen	1,6 – 2,1 mg	Hautschuppungen, Übererregbarkeit, Depressionen, Nervenentzündungen, Krämpfe bei Kindern: Neigung zu Anfällen	
Vitamin B₇, H Biotin	Leber, Blumenkohl, Darmbakterien	schützt vor Hautentzündungen, wichtig für Haut, Haare und Nägel	0,03 – 0,25 mg	Hauterkrankungen	
Vitamin B₉ (M) Folsäure (Pteroylglutaminsäure)	Leber, Weizenkeime, grünes Blattgemüse, Vollkornzerzeugnisse, Kürbis, Eier, Innereien	Coenzym bei der Bildung von roten und weißen Blutkörperchen und Neubildung von Zellen, wichtig für Hautbildung	0,1 – 0,4 mg	Missbildungen bei Neugeborenen, Verminderung der Anzahl aller Blutkörperchen (Blutarmut)	
Vitamin B₁₁ → Folsäure, Vit. B ₉					

Vitamin	Vorkommen in Nahrungsmitteln	Aufgaben im Körper / Funktionen	tägl. Bedarf (Erwachsener)	Mangelercheinungen	Besonderheiten
Vitamin B₁₂ Colabamin	Tierische Lebensmittel (Leber, Fisch, Milch), Lebensmittel, die mikrobiellen Umsetzungen unterworfen waren, Lupinen, Algen	Coenzym (mit Folsäure), Aufbau der Zellkernsubstanz, Bildung und Regeneration der roten Blutkörperchen, appetitanregend, wichtig für Nervenfunktion	5 µg	Störung der Zellbildung, Nervenstörung, Blutarmut (Anämie)	
Vitamin B₁₅ Pangamsäure	Aprikosen-Kerne, Bier-Hefe, unpolierter Reis; Kürbis-Kerne, Sesam-Samen, Hülsen-Früchte	unbekannt (Zwischenprodukt im Cholin-Stoffwechsel)		nicht möglich, da Normal-Körper genug selbst produziert	→→ kein Vit.!
Vitamin B₁₇ Amygdalin, Lätril	Aprikosen-Kerne, Apfel-Kerne, Bittere Mandeln				kein Vitamin! Gefahr von Vergiftung wegen hohem Anteil an geb. Cyanid
Vitamin B_x PABA, para-Aminobenzoesäure	(in (Darm-)Bakterien); Bäcker-Hefe				kein Vitamin! nicht-proteinogene Aminosäure; geringe Giftigkeit
Vitamin C Ascorbinsäure	Obst (Zitrusfrüchte, Kiwi, Grapefrucht), Sanddorn, Gemüse, Kartoffeln	stärkt Immunsystem, Einfluss auf den Stoffwechsel von Bindegewebe, Antioxidanz in den Zellen	30 – 75 (– 100) mg	Blutungen in der Haut, Infektionsanfälligkeit, Skorbut	
Vitamin D Calciferole	Milch und Produkte, Eigelb, Lebertran, Pilze, Hering	Verknöcherung des Skeletts (Förderung der Calcium-Aufnahme), Muskel- und Nervenfunktion	5 µg	Rachitis (Knochenschwäche) , Knochenerweichung Störung des Nervensystems	
Vitamin E Tocopherole	Getreidekeime, Keimöl, Eier, Leber fast alle Lebensmittel	verhindert Oxidation von Vitaminen und ungesättigten Fettsäuren, stärkt Immunsystem, hemmt Entzündungen, für Zell-Erneuerung, Antioxidanz außerhalb von Zellen	10 – 15 mg	Störung des Nervensystems, Muskelschwund	
Vitamin F mehrfach ungesättigte Fettsäuren	pflanzliche Öle, Fischöle				
Vitamin G → Riboflavin, Vit. B ₂					
Vitamin H → Biotin, Vit. B ₇					

Vitamin	Vorkommen in Nahrungsmitteln	Aufgaben im Körper / Funktionen	tägl. Bedarf (Erwachsener)	Manglerscheinungen	Besonderheiten
Vitamin K₁ Phyllochinon	grüne Pflanzenteile, Hülsenfrüchte, Blumenkohl, Geflügel, Fleisch, Fisch	beteiligt an der Blutgerinnung und Blutbildung	(? 1µg –) 1 – 2 mg	gesteigerte Blutungsneigung (Unterhautblutungen)	
Vitamin K₂ Menachinon Farnochinon	grüne Pflanzenteile, Hülsenfrüchte, Blumenkohl, Geflügel, Fleisch, Fisch	beteiligt an der Blutgerinnung und Blutbildung	(? 1µg –) 1 – 2 mg	gesteigerte Blutungsneigung (Unterhautblutungen)	
Vitamin M → Folsäure, Vit. B ₉					
Vitamin PP → Niacin, Vit. B ₃					

(aus /2/ S. 58, /15/, /22/ S. 127, erweitert, <http://de.wikipedia.org/wiki/Vitamine>)

hellgrau unterlegte Vitamine werden heute nicht mehr zu diesen gezählt oder anders zugeordnet

Die relativ schlechte Speicherfähigkeit vieler Vitamine haben wir schon erwähnt. Daraus abgeleitet ergibt sich – die von vielen Trophologen gepredigte – Notwendigkeit, jeden Tag eine geeignete Menge an Vitaminen frisch zu sich zu nehmen.

Schaut man sich dazu die Reserven des Körpers an, dann relativieren sich diese Aussagen. Bedingung für die tabellarischen Daten sind natürlich voll gefüllte Reservoire. Für Kinder und Säuglinge verkürzen sich die Zeiten deutlich, da der Stoffwechsel intensiver abläuft und auch die Speicher noch nicht so ausgeprägt sind.

Vitamin	Reserve
A (Retinole)	6 Monate – 2 Jahre
B ₁ (Thiamin)	4 – 10 Tage
B ₂ (Riboflavin)	3 – 4 Monate
B ₃ (Niacin)	3 – 4 Monate
B ₅ (Pantothensäure)	
B ₆ (Pyridoxin)	3 – 4 Monate
B ₇ (Biotin)	
B ₉ (Folsäure)	3 – 4 Monate
B ₁₂ (Cobalamin)	3 – 5 Jahre
C (Ascorbinsäure)	3 – 4 Monate
D (Calciferole)	
E (Tocopherole)	
K (Phyllochinone)	1 – 1,5 Monate

Negativ auf unseren Vitaminhaushalt wirkt sich auch der relativ schnelle Abbau der Vitamine in unseren Körper aus. Wie andere Stoffe auch, werden sie durch verschiedene Prozesse abgebaut und ausgeschieden.

Bei der Nahrungszubereitung bewirken weitere Bedingungen einen schnellen Abbau bzw. das Unwirksamwerden der Vitamine:

Vitaminverluste durch	Anfällige Vitamine	Regeln zur Vitaminerhaltung
Sonneneinstrahlung	Vitamin A Vitamin K Vitamin B ₁₂ Vitamin D Vitamin E Vitamin C Vitamin B ₆	Lebensmittel dunkel und verpackt lagern; Kräuter, Gemüse und Obst erst unmittelbar vor der Zubereitung schneiden; bereits bearbeitete Lebensmittel abdecken
Oxidation	Vitamin A Vitamin D Vitamin E Vitamin C Vitamin K Vitamin B ₁ Vitamin B ₁₂	Nicht unnötig zerkleinern; keine langen Lagerzeiten; geöffnete Behältnisse schnell wieder verschließen; ansonsten siehe oben
Erhitzen	Vitamin C Vitamin B ₁ Vitamin A Vitamin K Vitamin B ₂ Vitamin B ₆ Vitamin B ₁₂	Schonend garen (dämpfen, dünsten, grillen); richtige Gar-Temperatur wählen; Garzeiten kurz halten; Warmhalten von Speisen vermeiden (aufwerten, z.B. mit Kräutern)
Verdünnung und Lösung	wasserlösliche Vitamine A, D, E, K	Lebensmittel kurz waschen; nicht stärker als notwendig zerkleinern; wenig Wasser zum Kochen verwenden; Koch- und Dosenwasser mit verwenden

(aus /2/ S. 58 (leicht verändert))

Beim Abbau von Vitaminen wirkt die Temperatur als begünstigender Faktor. Wenn die Temperatur um jeweils 10 Grad (besser 10 K (Kelvin)) steigt, dann verdoppelt bis verdreifacht sich der Vitaminabbau. Diese Regel (RGT-Regel, **Reaktions-Geschwindigkeits-Temperatur-Regel**,

VANT-HOFFsche Regel) gilt für alle temperaturabhängigen chemische und biologischen Prozesse. An den üblichen Grenzen des Lebens (um die 0 °C und über 60 / 70 °C) kommt es zu besonderen Effekten. Am Gefrierpunkt – meist um die 0 °C – wird die chemische Reaktionsfähigkeit durch die mangelnde Beweglichkeit der eigentlich noch reaktionsfähigen Partner im gefrorenen Medium beeinflusst. Die obere Grenze von ungefähr 60 – 70 °C entsteht durch die Besonderheit, dass chemische Vorgänge in Zellen bzw. Lebewesen immer von Enzymen katalysiert werden. Da diese Proteine sind, ist deren Denaturierung bei hohen Temperaturen ein zusätzlicher Einflussfaktor.

Durch Verarbeitungsschritte oder zeitliche Prozesse sinkt im Allgemeinen der Vitamingehalt eines Lebensmittels. Um die Defizite auszugleichen, werden die verlorenen Vitaminmengen künstlich zugemischt. Diese Technologie nennt man **Vitaminisierung** (Vitaminanreicherung). Die Vitaminierung dient vor allem dem Aufbessern des Ernährungs-physiologischen Wertes eines Lebensmittels.

Seit vielen Jahren werden der Margarine (Vit. A + E), verschiedenen Süßigkeiten (Vit. C), Säften (alle Vit., vorrangig die wasserlöslichen) und der Kindernahrung (alle Vit.) Vitamine zugesetzt.

In extremen Fällen kann es sogar zu einer Überhöhung des Vitamingehaltes kommen.

In der EU ist z.B. die Vorschrift für Kleinkinder-Nahrung so ausgelegt, dass kein natürliches Produkt die vorgeschriebene Menge für das Vitamin B₁ erreichen kann. Also muss – auch in Bio-Produkten – mit künstlichen Zusätzen nachgeholfen werden. Ob die hohen Mengen überhaupt sinnvoll sind ist dabei noch dazu strittig.

Andere Nahrungsmittel sind von Natur aus vitaminarm. U.U. ist es sinnvoll, hier zusätzlich Vitamine hinzu zu geben. **Vitaminzusätze** sind z.B. bei üblich.

Auch aus technologischen Gründen werden einigen Lebensmitteln Vitamine zugesetzt. So wird Vitamin C (Ascorbinsäure) in vielen Produkten als Antioxidanz und konservierend wirkender Stoff eingesetzt (E 300 – 302; Ascorbinsäure und Ascorbate). Der saure Geschmack wird ebenfalls gern genutzt (Säuerungsmittel). In verschiedenen Bäcker-Teigen dient es zur weiteren Deanturierung des Kleber-Eiweißes. Der Teig wird dadurch fester und bekommt ein größeres Volumen (bessere Gashalte-Eigenschaften).

Riboflavin (Vitamin B₂) wird wegen seiner gelben Farbe gerne als Lebensmittel-Farbstoff (E 101) genommen.

In der industriellen Überflussesgesellschaft ist ein normaler Vitaminmangel extrem selten. Deshalb sind Vitaminzusätze eigentlich nicht notwendig.

Aus technologischer Sicht können aber Vitaminzusätze den Einsatz anderer – ev. gefährlicherer – Stoffe einschränken. So kann durch Einsatz von Vitamin C als Antioxidanz die Verwendung von Schwefeldioxid oder Nitraten reduziert werden. Außerdem schwächt es die schädliche Wirkung der freien Radikale (Namensgebend: Antioxidanz) und von Nitrosaminen ab. Vitamin C wirkt prinzipiell, wie ein "natürliches" Konservierungsmittel. Die antioxidierende Wirkung und der saure Charakter werden dabei praktisch angewendet.

Mit den verschiedenen Genussmitteln (z.B. Alkohol und Nikotin) führen wir unseren Körper große Vitamin-Feinde zu. Für die Abbau- und Entgiftungsvorgänge benötigt der Körper dann bis zum Doppelten der normalen Vitaminmenge. Auch einzelne Medikamente stehen im Verruf, Vitaminkiller zu sein.

Die moderne Forschung scheint heute zu bestätigen, dass eine erhöhte Aufnahme von Vitaminen z.B. als tägliche Aufbaumittel od. zur Ernährungsunterstützung eher negative als positive Effekte hat. Die einzige Ausnahme ist wohl das Vitamin C, dass in erhöhten Dosen zur Behandlung von Erkältungskrankheiten taugt. Aber auch hier bringt eine vorsorgliche (prophylaktische) Einnahme keinen Effekt. Nur bei einer Einnahme im direkten Ausbruchbereich der Erkältung konnten positive Wirkungen auf den Krankheitsverlauf beobachtet werden.

Besonders bei den fettlöslichen Vitaminen A und D kann es – bedingt durch die Speicherbarkeit im Fettgewebe – zu Problemen kommen. Zuviel Vitamin D bewirkt Knochenentkalkung (Osteoporose, Knochenerweichung). Hohe Dosen an Vitamin A bzw. dessen Provitamin Carotin, können zu einem erhöhten Lungenkrebsrisiko und Missbildungen (teratogene Wirkung) führen. Bei Vitamin B₆ sind bei erhöhter Aufnahme Nervenschädigungen beobachtet worden.

Die Gabe von Vitaminen als Medikament bei entsprechender Krankheitsbilder (z.B. Avitaminosen) ist natürlich eine sinnvolle Behandlung. Die normale Ernährung der Menschen in den Industriestaaten ist nur sehr selten von Avitaminosen begleitet.

technologische Empfehlungen zum schonenden und effektiven Umgang mit natürlichen Vitaminen

- frische / erntefrische Lebensmittel verarbeiten
- kurze Lagerzeiten anstreben
- Lebensmittel kühl (, trocken) und dunkel lagern
- Lebensmittel vor dem Waschen nur grob putzen / stark verschmutzte Teile entfernen
- Lebensmittel erst waschen, dann zerkleinern
- mit wenig Wasser bzw. Öl als Garmedium arbeiten (Vermeidung der Auslaugung)
- Garzeit kurz halten
- Kochwasser / Garöl nicht weggießen, sondern ev. für Soßen und Suppen verwenden
- möglichst bei geringen Temperaturen garen
- kurze Zeiten zwischen Zubereiten und Servieren anstreben

Aufgaben:

1. *Geben Sie einen Merksatz (Definition) für den Begriff Vitamin an!*
2. *Suchen Sie aus dem Text die physikalisch-chemischen, die biologischen und die technologischen Eigenschaften von Vitaminen heraus!*
3. *In vielen Arbeitsempfehlungen findet man den Hinweis Frischwaren lichtgeschützt und kühl zu lagern. Welchen Sinn macht dieser Hinweis hinsichtlich des Vitamingehaltes der gelagerten Nahrungsmittel?*
4. *Warum sollte man - außer aus geschmacklichen Gründen - das Kochwasser z. B. von Gemüse für die Herstellung von Soßen u. ä. verwenden?*
5. *Prüfen Sie 10 Lebensmittel auf Vitaminierung (lt. Etikett)!*

3.6.1. Nachweise der Vitamine

Nachweis von Vitamin A mit konzentrierter Schwefelsäure:

	Vorbereitung	Nachweismittel	Bed.	Beobachtungen	Ergebnis
Probe +	<ul style="list-style-type: none"> mit Aceton aufschließen Aceton unterm Abzug verdampfen 	einige Tr. konz. Schwefelsäure zugeben		Färbung ()	Vitamin A
		(farblos)		anderes	kein Vitamin A

Nachweis von Vitamin B₁ (Thiamin):

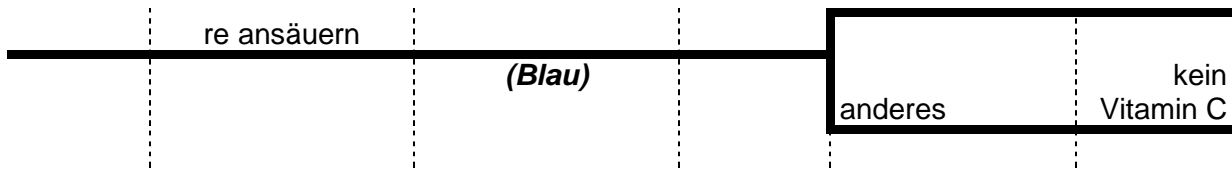
	Vorbereitung	Nachweismittel	Bedingungen	Beobachtungen	Ergebnis
Probe mit verd. Salzsäure auslaugen, filtern		(mit NaOH) alkalisch machen; einige Körnchen rotes Blutlaugensalz zusetzen	kurz warten UV-Licht (ev. noch mit Butylalkohol auswaschen)	Fluoreszenz (in der Butylalkohol-Phase)	Vitamin B ₁
		()		anderes	kein Vitamin B ₁

Nachweis von Vitamin B₂ (Riboflavin):

	Nachweismittel	Bedingungen	Beobachtungen	Ergebnis
Probe +	UV-Licht	- ohne - → ... + Zusatz von Tropfen Natriumdithionit-Lsg. ... + Luft (schütteln)	gelbgrüne Fluoreszenz Entfärbung (keine Fluoreszenz) wieder Fluoreszenz	Vitamin B ₂
	optimal: 366 nm		anderes	kein Vitamin

Nachweis von Vitamin C mit TILLMANS-Reagenz:

	Vorbereitung	Nachweismittel	Bed.	Beobachtungen	Ergebnis
Probe +	mit Phosphorsäu-	TILLMANS Reagenz zugeben		Entfärbung (Rosafärbung)	Vitamin C



Dieser Nachweis läßt sich mit einer definierten TILLMANs-Lösung auch (semi-)quantitativ führen. Dazu wird die TILLMANs-Reagenz in eine Bürette gefüllt. Es wird bis zur gerade bleibenden Färbung titriert (Rosaton sollte sich ca. 1 min halten). Die Anlage einer Eichkurve mit bekannten Vitamin C-Lösungen ist für die exakte quantitative Erfassung der Vitamin C-Menge unbedingt notwendig!

Für Vitamin C sind auch Teststäbchen mit semiquantitativen Hintergrund im Handel erhältlich. Für Schnelltests von Lebensmitteln sind diese gut geeignet.

Nachweis von Vitamin A mit konzentrierter Schwefelsäure:

	<i>Vorbereitung</i>	<i>Nachweismittel</i>	<i>Bed.</i>	<i>Beobachtungen</i>	<i>Ergebnis</i>
Probe +	mit Phosphorsäure ansäuern	TILLMANSs Reagenz zugeben		Entfärbung (Rosafärbung)	Vitamin C
		(Blau)		anderes	kein Vitamin C

Nachweis von Vitamin A mit konzentrierter Schwefelsäure:

	<i>Nachweismittel</i>	<i>Bedingungen</i>	<i>Beobachtungen</i>	<i>Ergebnis</i>
Probe +				Vitamin
	()		anderes	kein Vitamin

Nachweis von Vitamin mit TILLMANNs-Reagenz:

	<i>Nachweismittel</i>	<i>Bedingungen</i>	<i>Beobachtungen</i>	<i>Ergebnis</i>
Probe +				Vitamin
	()		anderes	kein Vitamin

3.6.2. wichtige Vitamine im Einzelnen

3.6.2.1. Vitamin A, Retinole

Allgemeines, Geschichte, ...:

chemischer Trivialname ist Retinol, selten auch Axerophthol
bei den Chinesen (1500 v.Chr.) wurde zur Behandlung und Vorbeugung von Nachtblindheit Honig und Leber empfohlen, im 16. Jhd. in Europa bekannt geworden durch GUILLEAUME
1913 isoliert durch McCOLLUM und DAVIS

1933 aus Lebertran durch Paul KARRER rein hergestellt

praktisch fasst man den Begriff des Vitamin A aber weiter als nur Retinol (Vitamin A₁). dazu werden ähnliche Stoffe gezählt, die Retinol strukturell ähneln und wie dieses verstoffwechselt wird. weiterhin gehört dazu z.B. das Retinal ("Vitamin A"-Aldehyd), welches mit weiteren Stoffen (z.B. "Vitamin A"-Säure, Kryptoxanthin (3-Hydroxy-β-Carotin), ...) oft als Vitamin A-Derivate oder Vitamin-A-Abkömmlinge angesprochen wird.

Vitamin A₂ ist Dehydroretinol

Desweiteren werden oft auch die Stoffe mit betrachtet, die Vorstufen für das Vitamin sind. Solche Stoffe werden Pro-Vitamin genannt. Beim Vitamin A sind Carotine und verwandte Farbstoffe solche Pro-Vitamine.

Das Retinol war der erste Stoff, der auf der Ebene der Vitalstoffe als essentiell erkannt wurde. Daher auch die Kennzeichnung als Vitamin A.

Bau:

(2E,4E,6E,8E)-3,7-Dimethyl- 9-(2,6,6-trimethyl-
cyclohex-1-enyl)nona- 2,4,6,8-tetraen-1-ol

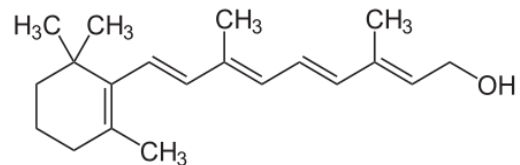
C₂₀H₃₀O

Diterpen

primärer Alkohol

β-Ionon-Ring – biologisch aktive Gruppe

chemisch exakt ist Vit. A₂ Dehydroretinol
(C₂₀H₂₈O), zusätzliche Doppelbindung im Ring

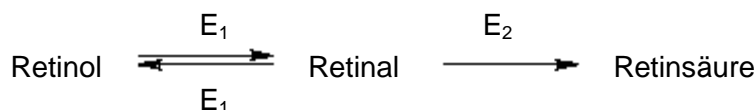


Strukturformel des Vitamin A (Retinol)
Q: de.wikipedia.org (NEUROtiker)

physikalische und chemische Eigenschaften:

gelb, fest

Fett-löslich, unlöslich in Wasser



E₁ ... Alkoholdehydrogenase

E₂ ... Aldehydoxidase

Retinsäure kann nicht mehr wieder zum Vitamin A werden.

biologische Eigenschaften:

wird als Pro-Vitamin (Provitamin A =
β-Carotin) aufgenommen und im
Körper in die wirksame Form (Vita-

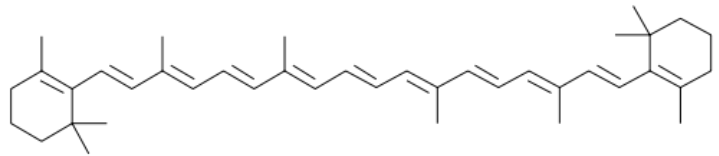
min) überführt, nur bei Bedarf, auch andere Carotine (Carotinoide) können wirksam werden

b-Carotin ist für sich selbst schon Antioxidanz und schützt neben Melanin in der Haut vor UV-Strahlung

Vitamin A und seine Provitamine sind im Fettgewebe speicherbar

Speicherung in Leber als Vitamin-A-Palmitat

Freisetzung durch hydrolytische Spaltung

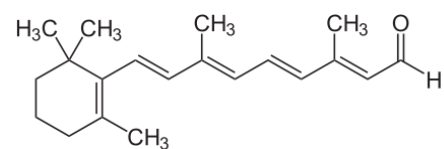
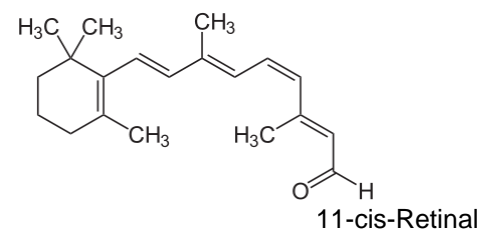


Q: de.wikipedia.org (Slashme)



Gesundheitsschädlich (Xn)

Bestandteil des Sehpigments, als Retinal essentiell am Sehvorgang beteiligt; jeweils an spezielle Eiweiße gebunden (Stäbchen: Rhodopsin; Zapfen: Jodopsin) durch Lichtquanten kommt es zur Veränderung einer Doppelbindung (C₁₁) von der cis in die trans-Stellung und Abspaltung vom Eiweiß; z.B. wird aus Rhodopsin nun das Opsin, dabei kommt es zur Öffnung eines Ionen-Kanals und dadurch dann die Erregung der Lichtsinnes-Zelle, letztendlich müssen das Opsin und das 11-cis-Retinal wieder regeneriert und zum Rhodopsin verbunden werden, damit eine neuer Licht-Reiz aufgenommen werden kann



all-trans-Retinal

Q: de.wikipedia.de (NEUROtiker)

wirkt als Radikalfänger besonders bei Sauerstoff-Radikalen, verringert das Krebs-Risiko

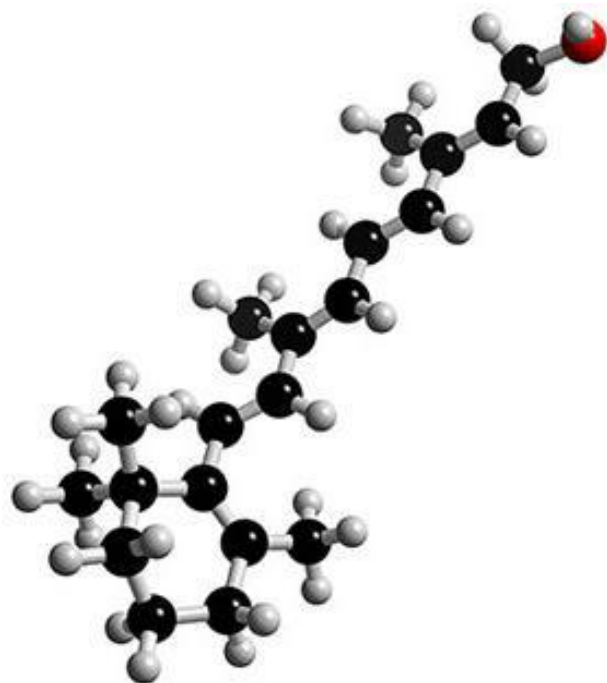
Antioxidans

beteiligt an der Testosteron-Bildung

Wachstumsfaktor, an der Protein-Biosynthese beteiligt, für Heilung von Knochenbrüchen notwendig, Skelettwachstum

Spermien-Menge von Vitamin A-Aufnahme abhängig

Bildung von roten Blutkörperchen (Erythrozyten) und beim Einbau des Eisens in das Hämoglobin



Q: www.3dchem.com

beugt DNA-Schäden in der Haut vor, sorgt für gesunde Haut; bei der Teilung der Hautzellen beteiligt (Bildung neuer Keratinozyten)

als Retinsäure (bzw. in deren Salz-Form als Retinate) für das Wachstum embryonaler Nervenzellen bedeutsam

spielt eine Rolle bei der Antikörper-Bildung und ist deshalb auch für ein funktionierendes Immunsystem wichtig

Ausschleusung aus dem Stoffwechsel (z.B. bei Überangebot) in der Leber Umwandlung zur Retinolsäure und Abgabe über die Galle

Bedarf:

Aufnahme von Pro-Vitamin A ist schwieriger als die von Vit. A selbst, deshalb bei ausschließlicher Carotin-Zufuhr ungefähr doppelte Menge notwendig

zur einheitlichen Bewertung der verschiedene Stoffen werden Retinol-Äquivalente benutzt

1 mg Retinol-Äquivalent 1 mg Retinol
oder 6 mg b-Carotin
oder 12 mg andere "Pro-Vitamin A"-Carotine

0,8 – 1,0 mg (entspricht 2.600 – 3.300 IE, 0,3 µg Retinol entspricht 1 I.E.; 0,8 – 1,0 Äquivalente);
Männer erhöhter Bedarf gegenüber Frauen

Säuglinge 0,3 mg Äquivalente, Kleinkinder 0,6 mg Äquivalente; Kinder und Jugendlichen zwischen 0,7 und 0,9 Äquivalenten

Schwangere 1,1 mg Äquivalente, stillende Frauen bis zu 1,5 mg Äquivalente

Störung der Resorption bei extrem Fett-armer Ernährung oder durch Östrogen (z.B. "Anti-Baby"-Pille)

Einnahme von Vitamin A als Nahrungsergänzung (Multi-Vitamin-Tablette/-Kapsel) ist nur mit normalem Fett-Konsum sinnvoll; es besteht die Gefahr einer schnellen Überdosierung bei Streß erhöhter Bedarf

bei AIDS, Arthritis und Krebs wird die erhöhte Aufnahme allgemein empfohlen

für Raucher und regelmäßige Alkohol-Trinker (mehr als ein Vergleichsglas) fanden Studien ein erhöhtes Krebs-Risiko (z.B. Adenome im Dickdarm)

Speicherung in der Leber in Form von Palminsäure-Retinol-Ester (Vitamin-A-Palmitat), 95 – 99 % sind so gespeichert, reicht für einige Monate bis zu einem Jahr

Vorkommen / Herkunft:

in der Nahrung oft als Fettsäure-Ester (z.B. Palitinsäure-Retiny-Ester; Retinol-Palmitat)

größentechnisch durch WITTIG-Synthese, Georg WITTIG (1897 – 1987) erhielt dafür 1979 den NOBEL-Preis

Mangel- und Überfluß-Wirkungen:

(Hypo-, Hyper- und Avitaminosen)

Hypervitaminose

ab 7,5 mg möglich

z.B. beim Verzerr größerer Mengen von Robben- oder Eisbären-Leber

bei mehr als 8 – 15 mg (Kind – Erwachsener) Missbildung des Fötus möglich

weiterhin Zeichen sind Übelkeit, Erbrechen, Hauterkrankungen, Schleimhautblutungen, Kopfschmerzen, Haarausfall
weiterhin Erhöhung der Knochenbrüchigkeit; Übererregbarkeit

Hypovitaminose

Haarausfall, Sehstörungen (zuerst häufig Nachtblindheit), schnelles Ermüden des Auges, Verhornung der Sehzellen

Austrocknung, Verhornung und letztendlich Atrophie (Verkümmern, Schwund) von Schleimhäuten und Speicheldrüsen

Verdickung und Austrocknung der Horn- und Bindehaut

Steigerung der Empfindlichkeit der Haut (Trockenheit, Schuppen- und Faltenbildung)

in Entwicklungsländern ist Vitamin A-Mangel häufigster Grund für die frühzeitigen Sehprobleme bei Kindern und Erblindung

Avitaminose

nur unter Extrem-Situationen denkbar, dann extreme Ausprägung der Hypovitaminosen-Symptome, in Industriestaaten praktisch nicht möglich

technologische Bedeutung:

Kochen, Sauerstoff und Licht bewirken eine Zersetzung des Vitamin A
Kochverluste 10 bis 30 %

Aufschließbarkeit, Nutzbarkeit variiert je nach Dargebotsform, Fett-Angebot und Zubereitungsmethode zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{12}$

Carotinoide werden als Farbstoffe verwendet, keine Überversorgung zu erwarten, da Carotinoide nur bei Bedarf zu Vitamin A (Retinol) umgewandelt werden

Carotine als Lebensmittelfarbe E160 oder E160a für Fett-haltige Produkte (gelblich-orange).
Margarine wäre sonst weiß bis grau, was überhaupt nicht der Kundenerwartung entspricht

3.6.2.2. Vitamin B₁, Thiamin

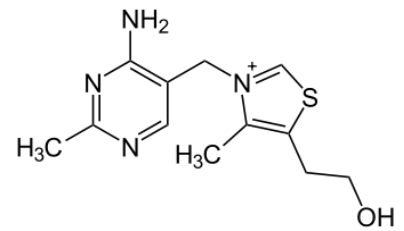
Allgemeines, Geschichte, ...:

auch Aneurin

Bau:

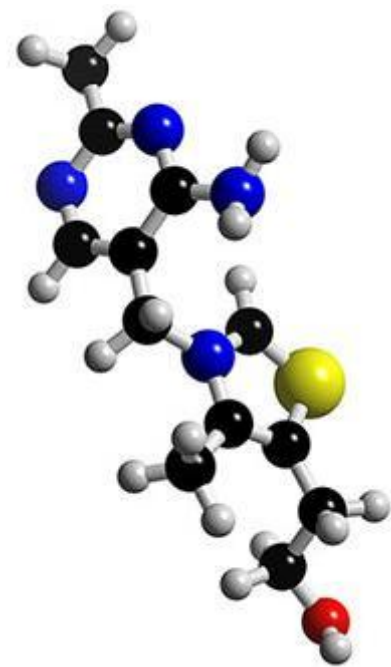
physikalische und chemische Eigenschaften:

fest, weißes Pulver, fast geruchlos, Wasserlöslich



Q: commons.wikimedia.org (NEUROtiker)

biologische Eigenschaften:



Q: www.3dchem.com



Bedarf:

Vorkommen / Herkunft:

Mangel- und Überfluß-Wirkungen:

(Hypo-, Hyper- und Avitaminosen)

Hypervitaminose

Hypovitaminose

Avitaminose

technologische Bedeutung:

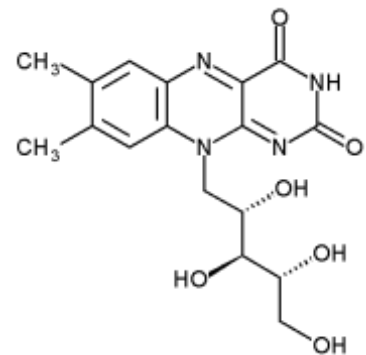
3.6.2.3. Vitamin B₂, Riboflavin

Allgemeines, Geschichte, ...:

Bau:

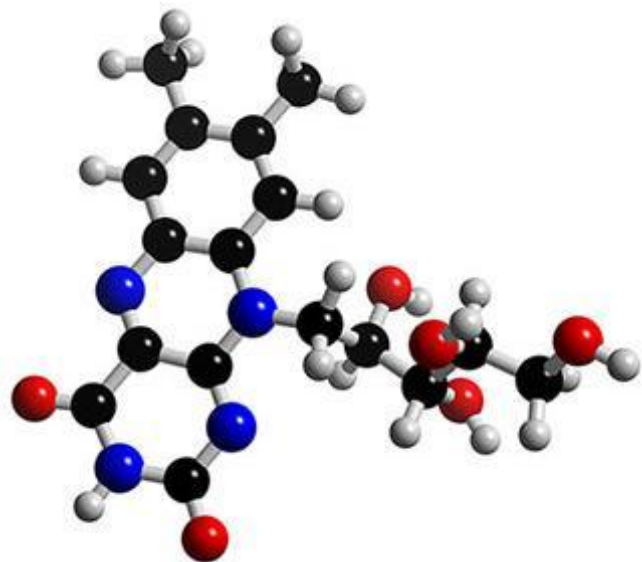
physikalische und chemische Eigenschaften:

fest, gelb
zersetzlich bei rund 280 °C
schlecht in Wasser löslich
leuchtet im UV-Licht (Verwendung als Prüfmit-
tel für Reinigungsprozesse)
lichtempfindlich



Q: commons.wikimedia.org (Mykhal)

biologische Eigenschaften:



Q: www.3dchem.com

Bedarf:

Vorkommen / Herkunft:

Mangel- und Überfluß-Wirkungen:

(Hypo-, Hyper- und Avitaminosen)

Hypervitaminose

Hypovitaminose

Avitaminose

technologische Bedeutung:

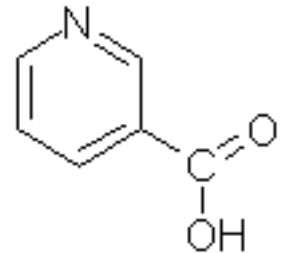
wird wegen seiner gelben Farbe als verstärkender Farbstoff für Butter genutzt
leuchtet im UV-Licht (Verwendung als Prüfmittel für Reinigungsprozesse)

3.6.2.4. Vitamin B₃, Niacin

Allgemeines, Geschichte, ...:

Bau:

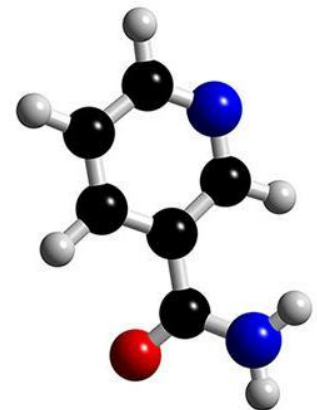
physikalische und chemische Eigenschaften:



Nicotinsäure

QQ: commons.wikimedia.org (Knutux)

biologische Eigenschaften:



Q: www.3dchem.com

Bedarf:

Vorkommen / Herkunft:

Mangel- und Überfluß-Wirkungen:

(Hypo-, Hyper- und Avitaminosen)

Hypervitaminose

Hypovitaminose

Avitaminose

technologische Bedeutung:

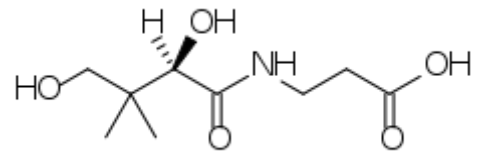
3.6.2.5. Vitamin B₅, Pantothersäure

Allgemeines, Geschichte, ...:

Bau:

physikalische und chemische Eigenschaften:

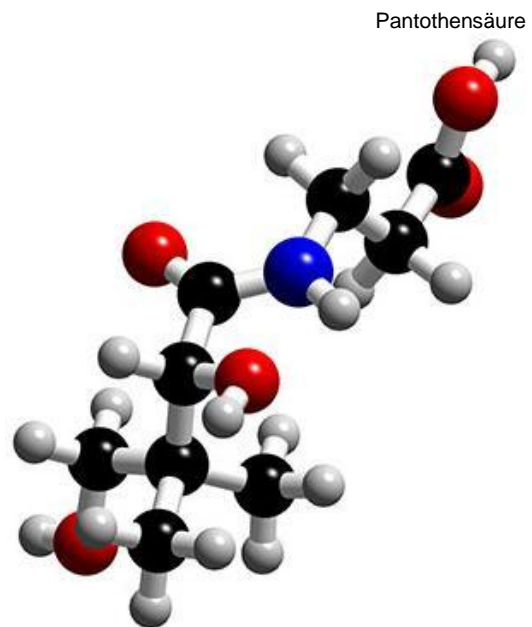
gelb, flüssig, viskos (zähflüssig)
löslich in Alkohol, Wasser, Ethylacetat, Dioxan
und Eisessig
unlöslich in Benzol und Chloroform
hitzeempfindlich



Q: commons.wikimedia.org (Mysid)

als Ca-Salz fest, kristallin, farblos (weiß),
brennbar, geruchlos

biologische Eigenschaften:



Pantothensäure

Q: www.3dchem.com

Bedarf:

Vorkommen / Herkunft:

Mangel- und Überfluß-Wirkungen:
(Hypo-, Hyper- und Avitaminosen)

Hypervitaminose

Hypovitaminose

Avitaminose

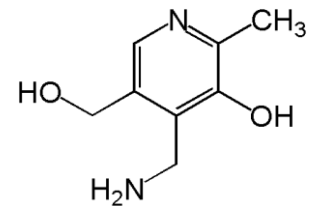
technologische Bedeutung:

3.6.2.6. Vitamin B₆, Pyridoxin

Allgemeines, Geschichte, ...:

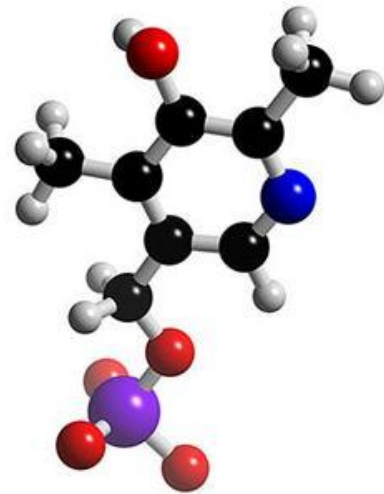
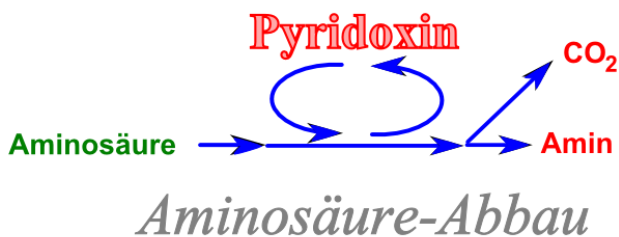
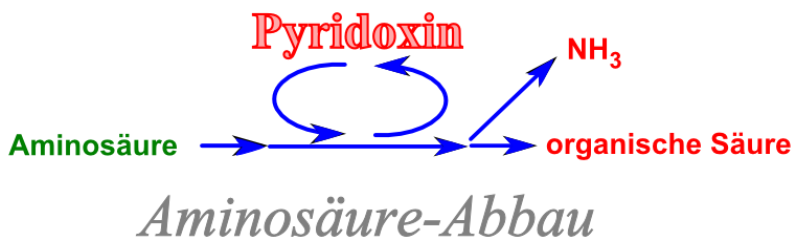
Bau:

physikalische und chemische Eigenschaften:



Q: commons.wikimedia.org (Edgar181)

biologische Eigenschaften:



Q: www.3dchem.com

Bedarf:

Vorkommen / Herkunft:

Mangel- und Überfluß-Wirkungen:
(Hypo-, Hyper- und Avitaminosen)

Hypervitaminose

Hypovitaminose

Avitaminose

technologische Bedeutung:

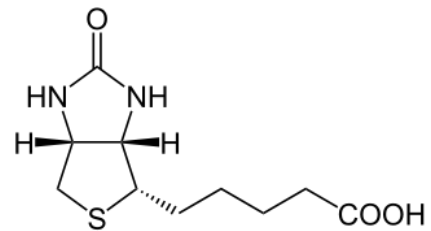
3.6.2.7. Vitamin B₇, Biotin

Allgemeines, Geschichte, ...:
auch Vitamin H

Bau:

physikalische und chemische Eigenschaften:

fest, Nadel-förmige Kristalle, farblos, Wasserlöslich, schmilzt bei 233 °C



Q: commons.wikimedia.org (NEUROtiker)

Q: www.3dchem.com

biologische Eigenschaften:

Bedarf:

Vorkommen / Herkunft:

Mangel- und Überfluß-Wirkungen:
(Hypo-, Hyper- und Avitaminosen)

Hypervitaminose

Hypovitaminose

Avitaminose

technologische Bedeutung:

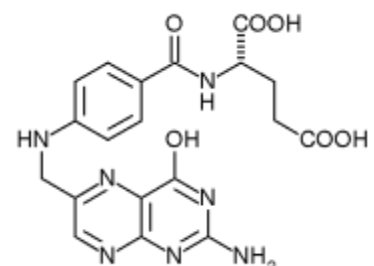
3.6.2.8. Vitamin B₉, Folsäure

Allgemeines, Geschichte, ...:

Bau:

physikalische und chemische Eigenschaften:

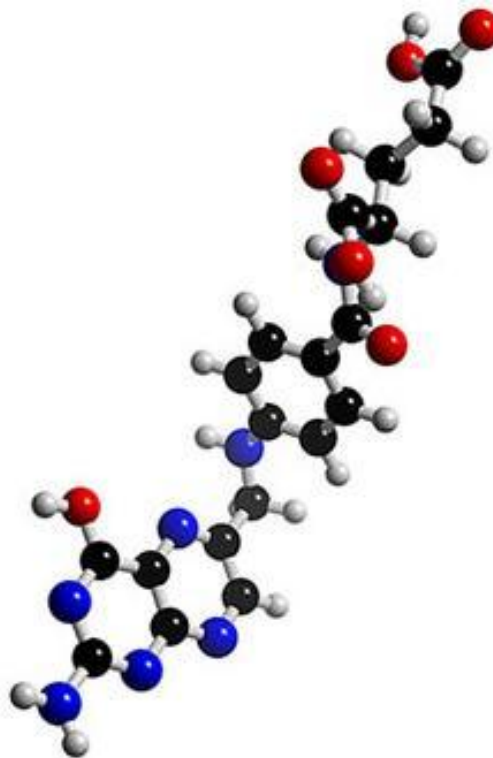
orange bis gelb, fest, pulvrig,
ab 250 °C zersetzlich (Hitze-empfindlich),
schwer in Wasser löslich



nicht Fett-löslich,

Q: commons.wikimedia.org (Mykhal)

biologische Eigenschaften:



Q: www.3dchem.com

Bedarf:

Vorkommen / Herkunft:

Mangel- und Überfluß-Wirkungen:

(Hypo-, Hyper- und Avitaminosen)

Hypervitaminose

Hypovitaminose

Avitaminose

technologische Bedeutung:

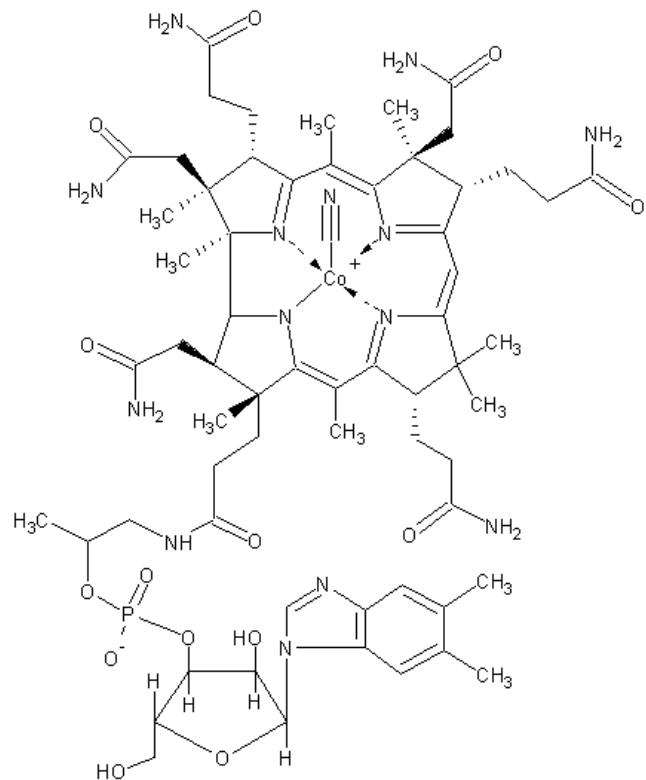
3.6.2.9. Vitamin B₁₂, Cobalamin

Allgemeines, Geschichte, ...:

Bau:

physikalische und chemische Eigenschaften:

fest, kristallin, tiefrot, hygroskopisch
mäßig in Wasser oder niederen Alkoholen
löslich → Wasser-lösliches Vitamin
nicht löslich in organischen Lösungsmitteln
(Aceton, Chloroform, Ether) → nicht zu den
Fett-löslichen Vitaminen gezählt
relativ hitzestabil
lichtempfindlich



Q: commons.wikimedia.org (MarkusZi + Pjetter)

biologische Eigenschaften:

Bedarf:

Vorkommen / Herkunft:

Mangel- und Überfluß-Wirkungen:

(Hypo-, Hyper- und Avitaminosen)

Hypervitaminose

Hypovitaminose

Avitaminose

technologische Bedeutung:

3.6.2.10. unsichere Vitamine der B-Gruppe

Vitamin B15 Pangamsäure

Bau:

Q: commons.wikimedia.org (l)

Vitamin B17 Amygdalin

Bau:

Q: commons.wikimedia.org ()

3.6.2.11. Vitamin C, Ascorbinsäure

Allgemeines, Geschichte, ...:

von "A" = gegen und "Scorbutus" (Skorbut (Mangelkrankheit mit Zahnausfall)) (Anti-Skorbut-Säure), ...

Acidum ascorbicum

man fasst hier auch die Stoffe mit ein, die im Körper leicht zu Vitamin C umgewandelt werden können (z.B. L-Dehydroascorbinsäure (DHA), L-Glycoascorbinsäure, D-Arboascorbinsäure, ...)

erst 1928 von SZENT-GYÖRGYI als die Substanz identifiziert, die gegen Skorbut wirkt; dafür erhielt er 1937 den NOBEL-Preis, Strukturaufklärung 1933

Bau:

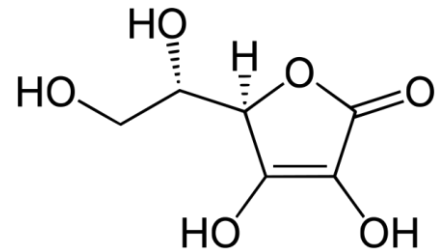
gehört zu den Sauerstoff-Derivaten der Kohlenhydrate und somit auch zu der Kohlenwasserstoffe

(5R)-5-[(1S)-1,2-Dihydroxyethyl]-3,4-dihydroxy-5-hydrofuran-2-on (L(+)-Ascorbinsäure, Ascorbin)

organische Säure; Carboxyl-Struktur erst in mesomerer Struktur sichtbar

$C_6H_8O_6$

Grundkörper Furan-Ring



Q: de.wikipedia.org (Yikrazuul)

physikalische und chemische Eigenschaften:

farblos, geruchlos, kristallin
gut in Wasser löslich
leicht oxidierbar

synthetisierbar aus C_5 -Zuckern
mittelstarke Säure

stärker sauer als Essigsäure (und das obwohl die klassischen Säure-Gruppen z.B. die Carboxyl-Gruppe fehlen)

Radikal-Fänger (Scavenger):

biologische Eigenschaften:

(Funktion, Stoffwechselwirkung, ...)

Antioxidanz (Radikal-Fänger, Oxidationshemmer, Quencher), Reduktionsmittel (Redukton)

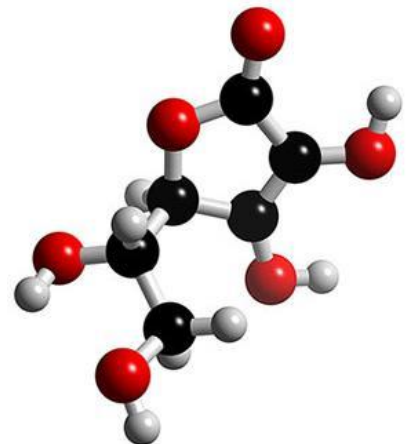
besonders für toxisches Sauerstoff-Radikal (Singulett-Sauerstoff)

Cofaktor in Redoxreaktionen

Säure

puffernde Eigenschaften

bildet mit L-Dehydroascorbinsäure ein Redoxsystem



Q: www.3dchem.com

im Intermediärstoffwechsel als Wasserstoff-Donator bzw. als Elektronen-Donator
unterstützt Immunsystem, Anreicherung in Leukozyten (weiße Blutkörperchen), Förderung der Antikörperbildung
unterstützt Hormonausschüttungen (Nebennierenrinde)
wichtiger Cofaktor (z.B. bei der Cupfer-haltigen Dopamin-Monooxygenase (Dopamin → Noradrenalin))
in der Nebenniere Cholesterin in Progesteron

spielt wichtige Rolle im Eisen-Stoffwechsel
im Magen reduziert es Fe^{3+} zu Fe^{2+} , Fe^{2+} kann resorbiert werden (bei der Übertragung des Eisens vom Transport-Protein (Transferrin) in das Speicher-Protein (Ferritin))
Steigerung der Resorption von Nicht-Hämeisen

Abbau u.a. zu Oxalsäure und Kohlendioxid

an Hydroxylierungsreaktionen (z.B. Synthese von: Catecholaminen, Hydroxyprolin, Hydroxytryptophan, Corticosteroide, Kollagenen) beteiligt
(Prolin zu Hydroxyprolin, Lysin zu ...) → Kollagen-Biosynthese (Stütz- u. Bindegewebe, Lollagen wichtig für Zellen, die Mineralien einlagern))
(Folsäure (Vit. B) zu Tetrahydrofolsäure (Elektronen-Donator))

Hemmung der Bildung von Nitrosaminen

Abdichtung von Blutgefäßen durch Aktivierung von Thrombin

Blockierung der Steroid-Produktion in der Nebennierenrinde, Steroide sind wichtige Hormone

für die meisten anderen Tiere und Pflanzen ist Ascorbinsäure kein Vitamin, sie besitzen im Vergleich zu den Menschen und einigen Primaten, diese haben das notwendige Enzym für die eigene Synthese von Ascorbinsäure in der Evolution verloren

aerober und anaerober Abbau bekannt

Bedarf:

Gesunder Erwachsener 75 – 100 mg (wissenschaftlich als sinnvoll betrachtet 45 – 80 mg)
Schwangere / Stillende 110 – 150 mg (erhöhter Bedarf ab 4. Schwangerschaftsmonat)
Kinder (zwischen 0 und 10 Jahren) von 50 mg langsam zunehmend bis 80 mg, Jugendliche ruhig über 100 mg

effektiv werden nur 20 mg wirklich umgesetzt (nach C_{14} -Untersuchungen), somit reichen diese aus, um Skorbut zu verhindern, Körper-Pool liegt bei 20 – 50 mg je kg Körpergewicht, rund 3 % werden ausgeschieden (und müssen ersetzt werden)
wird vollständig resorbiert und mit dem Blut im gesamten Körper verteilt,
geringe Anreicherung in Hypophyse und Nebennieren
normale, abwechslungsreiche Nahrung reicht zur Versorgung mit Vitamin C aus, lediglich Raucher (Bedarf 150 mg), Magen-Darm-Kranke, Alkohol-Kranke, Süchtige haben erhöhten Bedarf, Man bedenke, dass ein Lungenzug beim Rauchen rund 100 Billionen Radikale in den Körper transportiert.

alleinstehende oder männliche Senioren müssen ev. Zusatz-versorgt werden

in Deutschland nur 5 – 10 % der Bevölkerung leicht oder nur teilweise unterversorgt

gesteigerter Bedarf bei starker körperlicher Belastung (schwere körperliche Arbeit oder Leistungssport), vermehrte Flüssigkeitszufuhr

Vorkommen / Herkunft:

Lebensmittel (LM) (Frucht od. essb. Best.)	Gehalt [mg] in 100 g LM
Camu-Camu	2000
Acerola-Kirsche	1300 - 1700
Hagebutte	1250
Sanddorn	200 - 800
Guave	300
Schwarze Johannisbeere	177
Petersilie	160
Grünkohl	105 - 150
Rosenkohl	90 – 150
Brokkoli	115
Paprika	100
Vogelbeere (Edeleberesche)	98
Spinat	50 – 90
Kiwi	80
Erdbeere	50 – 80
Zitrone	53
Orange (Apfelsine)	50
Kresse	
Blattsalat	
Tomaten	
Grapefruit (Pampelmuse)	
Kohlrabi	

Lebensmittel (Frucht od. essb. Best.)	Gehalt [mg] in 100 g LM
Rotkohl	50
Weißkohl	45
Mango	39
Heidelbeere	22
Ananas	20
Sauerkraut	20
Kartoffel	17
Avocado	13
Kultur-Apfel	12
Banane	10 – 12
Pfirsich	10
Zwiebel	7
Kultur-Birne	5
Rinderleber	33
Milch	1

unter mitteleuropäischen verhältnissen und einer normalen ausgewogenen Ernährung werden 90 % des Vitamin C-Bedarfs über Obst, Gemüse und Kartoffeln gedeckt durch Zusatz in verschiedenen Lebensmitteln (Säften, Wurstwaren, Feinkost-Salaten) wegen seiner konservierenden Eigenschaft (natürlich nicht als böses "Konservierungsmittel")
Vitaminierung

Lebensmittel, die mit einer normalen Portion mehr als 50 % des täglichen Bedarfes abdecken, werden als Vitamin-C-reich bezeichnet

GMO-Ascorbinsäure ist die gentechnisch produzierte Ascorbinsäure. Sie ist billiger als solche Ascorbinsäure, die großtechnisch chemisch hergestellt wird (REICHSTEIN-Synthese, auch HAWORTH; seit 1934). aus 2 bis 4 kg Glucose kann man 1 kg Ascorbinsäure gewinnen
Jahresproduktion 40.000 t; 30 % als Vitaminzusatz (Säfte, (Multi-)Vitaminpräparate); 70 % als Antioxidanz

die meisten Lebewesen können Ascorbinsäure selbst synthetisieren – für diese also keine Vitamin, Primaten, Meerschweinchen und Flughund haben diese Fähigkeit verloren → dadurch Vitamin, Primaten verloren die Fähigkeit durch einen Gendefekt vor über 65 Millionen Jahren, einer Zeit als Früchte im relativen Überfluß erreichbar waren
biochemische Synthese aus Glucose, bei Pflanzen und Tieren aber unterschiedliche Metabolismen

Mangel- und Überfluß-Wirkungen:

(Hypo-, Hyper- und Avitaminosen)

Hypervitaminose

Menge bis 5000 mg an einem Tag werden problemlos überstanden, als wasserlöslicher Stoff wird der Überschuß weitgehend mit dem Urin abgegeben, sehr geringe und kurzzeitige Depot-Bildung (geschätzter Gesamt-Pool durchschnittlich 1 g), Abbau des Pools bei mangelnder Zufuhr auf 0,3 g nach 2 Monaten

bei Menge über 1 g pro Tag besteht die Gefahr der Bildung von Nierensteinen

Schlaflosigkeit und Durchfall können Zeichen einer Überdosierung bzw. -versorgung sein auf nüchternen Magen (in größeren Mengen) eingenommen bewirkt es eine Übersäuerung des Magens, weiterhin kann Durchfall auftreten (bei 5 – 15 g oraler Gabe)

LD₅₀ liegt wohl bei rund 12 g / kg (Körpermasse)

Hypovitaminose

Zahnfleischbluten

Lockerung der Zähne (Verringerung des Zahnfleisches), Zahnausfall

Blutungen in der Haut und in der Bauchhöhle

verzögerte und schlechte Wundheilung

Störung der Bindegewebsnachbildung (Kollagen-Bildung)

Appetitlosigkeit

Veränderung des Knochenbau

Erhöhung der Infektanfälligkeit

Störung der Resorption von Eisen → Eisen-Mangel (Anämie), Hemmung des Einbaus von Fe in Ferritin und Hämoglobin

gestörtes seelisches Befinden

Herzbeschwerden

Magen-Darm-Funktionsstörungen

Kopfschmerzen

allgemeine Leistungsminderung, Kraftlosigkeit, typisch die "Frühjahrmüdigkeit"

langfristiger Mangel → Skorbut mit den oben beschriebenen Symptomen

aktuell rund 7% der Weltbevölkerung, aber 10 – 14 % der Bevölkerung in den hochentwickelten Industrienationen, sind unterversorgt; Ursache hier vitaminarme Fast-Food-Ernährung ansonsten Versorgungsdefizite mit frischen Gemüse und Obst bzw. allgemein schlechter Ernährungszustand

bis ins 18. Jhd. war Skorbut die häufigste Todesursache auf Seereisen

bei Säuglingen MÖLLER-BARLOW-Krankheit

Avitaminose

im Prinzip nicht bekannt und auch nicht möglich, nur bei künstlich manipulierter oder extrem einseitiger Nahrungszusammensetzung, sonst Überdeckung der Vitamin-C-Mangelerscheinungen mit allgemeinen Anzeichen einer Unterernährung

Skorbut

früher auf Schiffen mit langen Reisen (ab ungefähr 3 Monaten) und mangelnder Versorgung mit frischem Obst, ersatzweise Zitronensaft oder Sauerkraut

technologische Bedeutung:

E300: Antioxidanz, Umrötungsmittel, (indirekt: Konservierungsmittel)

E301: Natrium-Salz der Ascorbinsäure (Natriumascorbat)

E302: Calcium-Salz der Ascorbinsäure (Calciumascorbat)

E304a: (???) Ester aus Palmitinsäure und Ascorbinsäure) Ascorbylpalmitat

E304b: (???) Ester aus Stearinsäure und Ascorbinsäure) Ascorbylstearat

Zusatz bei Mehlen soll das Gashaltungsvermögen verbessern und so zu einem besseren gehen beitragen (vergrößertes Teigvolumen), wahrscheinlich werden mehr Disulfid-Brücken zwischen den Kleber-Eiweißen ausgebildet, was zu einem stärker vernetzten und somit festeren Molekül-Verband führt

frischt die Aktivität anderer Antioxidanzien auf, durch Einsatz von Ascorbinsäure kann Verwendung von bedenklichen Stoffen wie Sulfiten (Schwefeldioxid) und Nitriten reduziert werden
Abschwächung der kanzerogenen Wirkung von Nitrosaminen, die bei der Produktion auftauchen, wenn

kann in MAILLARD-Reaktionen eingehen

Lagerverluste bei Kohl und Kartoffeln über den Winter hinweg bis 70 %

Verluste durch Sauerstoff, Lichteinwirkungen, Hitze, niedrige pH-Werte (basisch), zelleigene Enzyme

Verluste durch auswaschen und auslaugen (bei längerer Lagerung in wässrigen Millieu)

Garverluste zwischen 80 und 20 %

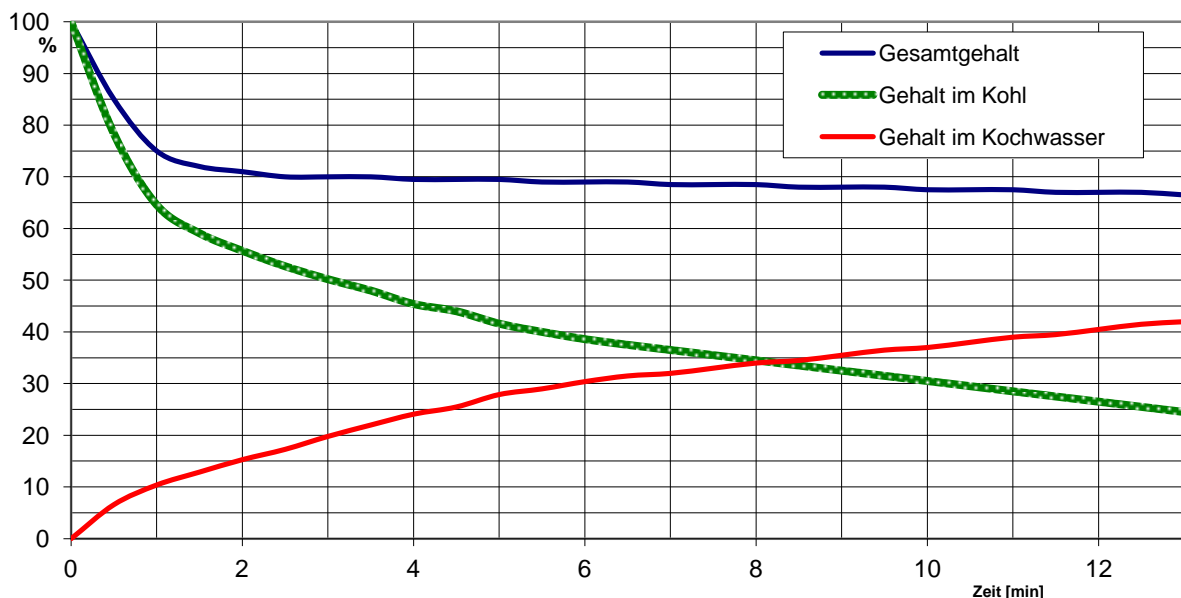
schnelle Verarbeitung nach der Ernte, kurz kochen oder blanchieren, schnell konservieren (z.B. einfrieren)

Abbau bzw. Deaktivierung durch Schwermetall-Ionen (z.B. Kupfer) aber auch normalen Mineralien (z.B. Eisen)

die Erhöhung der ehemalegen Empfehlung des DGE von 75 mg auf täglich 100 mg wegen der verschiedenen Verluste scheint aber auch wieder etwas Verbraucher-nötigend, prinzipiell gelten sie aber als ungefährlich, so dass sie im persönlichen Ermessen des Verbrauchers liegen

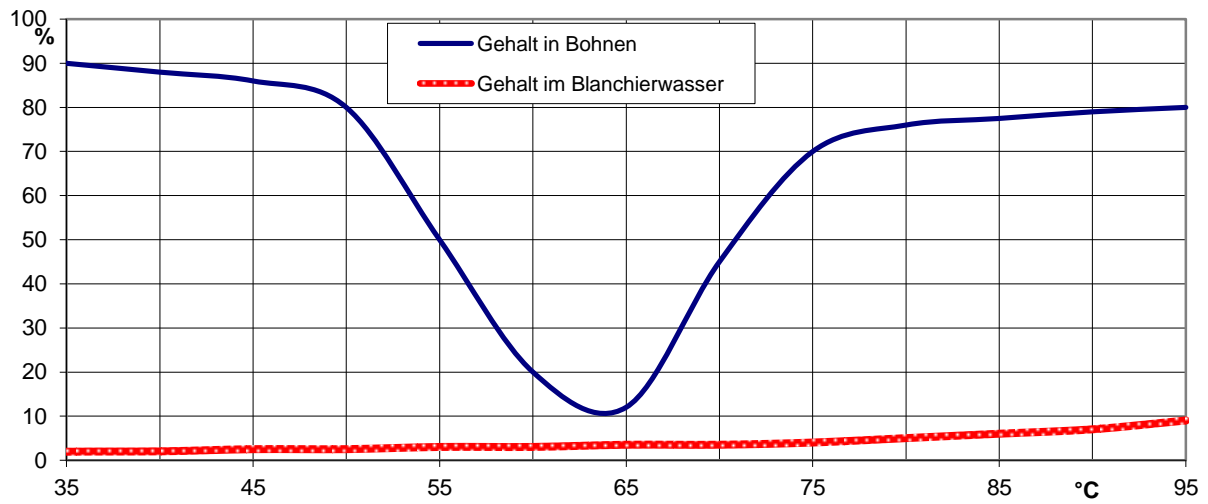
100 mg werden bei einer normalen gesunden Ernährung leicht erreicht und bei gezielter Ernährung ohne weiteres leicht bis auf 200 mg getrieben

Veränderung des "Vitamin C"-Gehaltes



aus /1/, leicht schematisiert

Temperaturabhängigkeit des "Vitamin C"-Gehaltes beim Blanchieren



aus /1/, leicht schematisiert

Exkurs: Vitamin-C-Bombe Camu-Camu

(s) *Myrciaria dubia*

Strauch aus der Familie der Myrthengewächse

3 – 6 m hoch

erst 1959 botanisch klassifiziert

westliches Amazonas-Gebiet, Peru

weiß blühend Juli bis September

Früchte ab Dezember bis April

rote Früchte

durchschnittlich 12 kg Ertrag pro Strauch

Vitamin C-Gehalt zwischen 2 und 3 %

40x größer als Orange

auch sehr Eisen-reich

100 g Früchte enthalten:

6 g Kohlenhydrate

0,5 g Proteine

28 mg Calcium

15 mg Phosphor

0,15 mg Eisen

2,78 g Ascorbinsäure (Vit. C)

0,61 mg Niacin (Vit. B₃)

0,04 mg Riboflavin (Vit. B₂)

0,01 mg Thiamin (Vit. B₁)

Einzelfrucht 3 – 14 g, 3 Durchmesser, meist 2 Kerne

in den Ursprungsländer als Aphrodisiakum in Form von Saft oder die Früchte selbst

derzeit Übergang zur Plantagen-Wirtschaft

Raubbau in der freien Natur hat schon zum Verschwinden (? Aussterben) einer Fischart geführt, die sich vorrangig von den Früchten ernährt



Samen im Vergleich zu Geldstücken (z.B. 5 Cent)

Q: de.wikipedia.org (Jdettner)

Produkte:

Pulver, Nektar / Saft, Marmelade, Fruchtzusatz in Yoghurt-Produkten, Bonbons

3.6.2.12. Vitamin(e) D, Calciferole

Allgemeines, Geschichte, ...:

"Kalkträger"

D1: Verbindung aus Ergocalciferol (D2) und Lumisterol

D2: Ergocalciferol, auch: Calciferol

D3: Cholecalciferol (das eigentliche Vitamin D)

D4: 22,23-Dihydroergocalciferol (gesättigte Form von Vitamin D₂)

D5: Sitocalciferol

D3, auch: Colecalciferol, CalcioI

Bau:

physikalische und chemische Eigenschaften:

fest, farblos

schmilzt bei 84 °C, zersetzlich

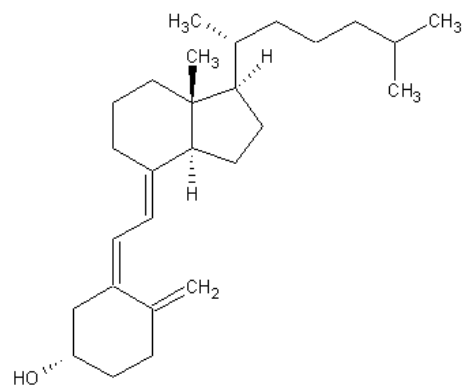
giftig

Fett-löslich

Sauerstoff- und Licht-empfindlich

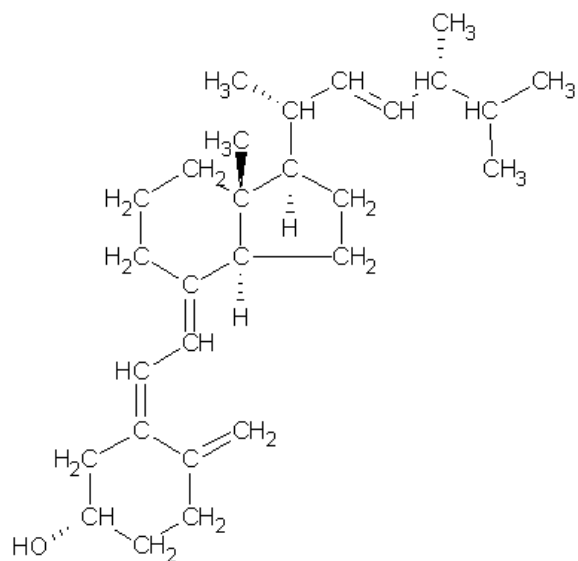


Q: commons.wikimedia.org (Edgar181)



D₃, Cholecalciferol

Q: commons.wikimedia.org (Samullii)

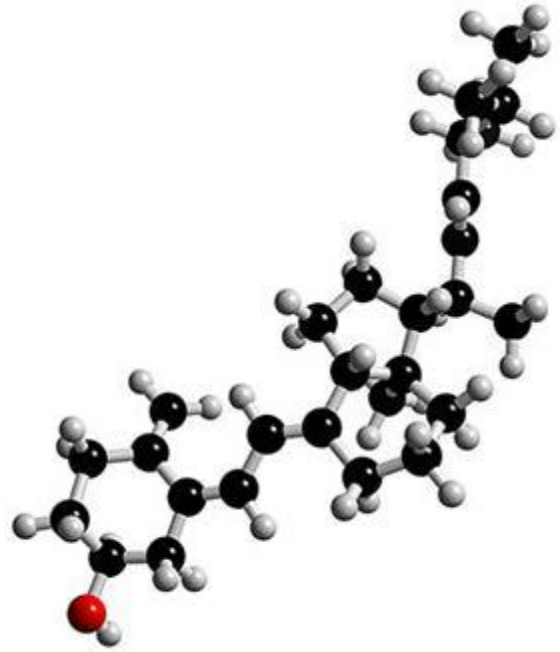


D₂, Ergocalciferol

Q: commons.wikimedia.org (Pjetter)

biologische Eigenschaften:

erst in der Haut werden aus den Provitaminen
das fertige Vitamin D gebildet, dazu ist UV-Licht
notwendig
dann Speicherung in der Leber



Q: www.3dchem.com

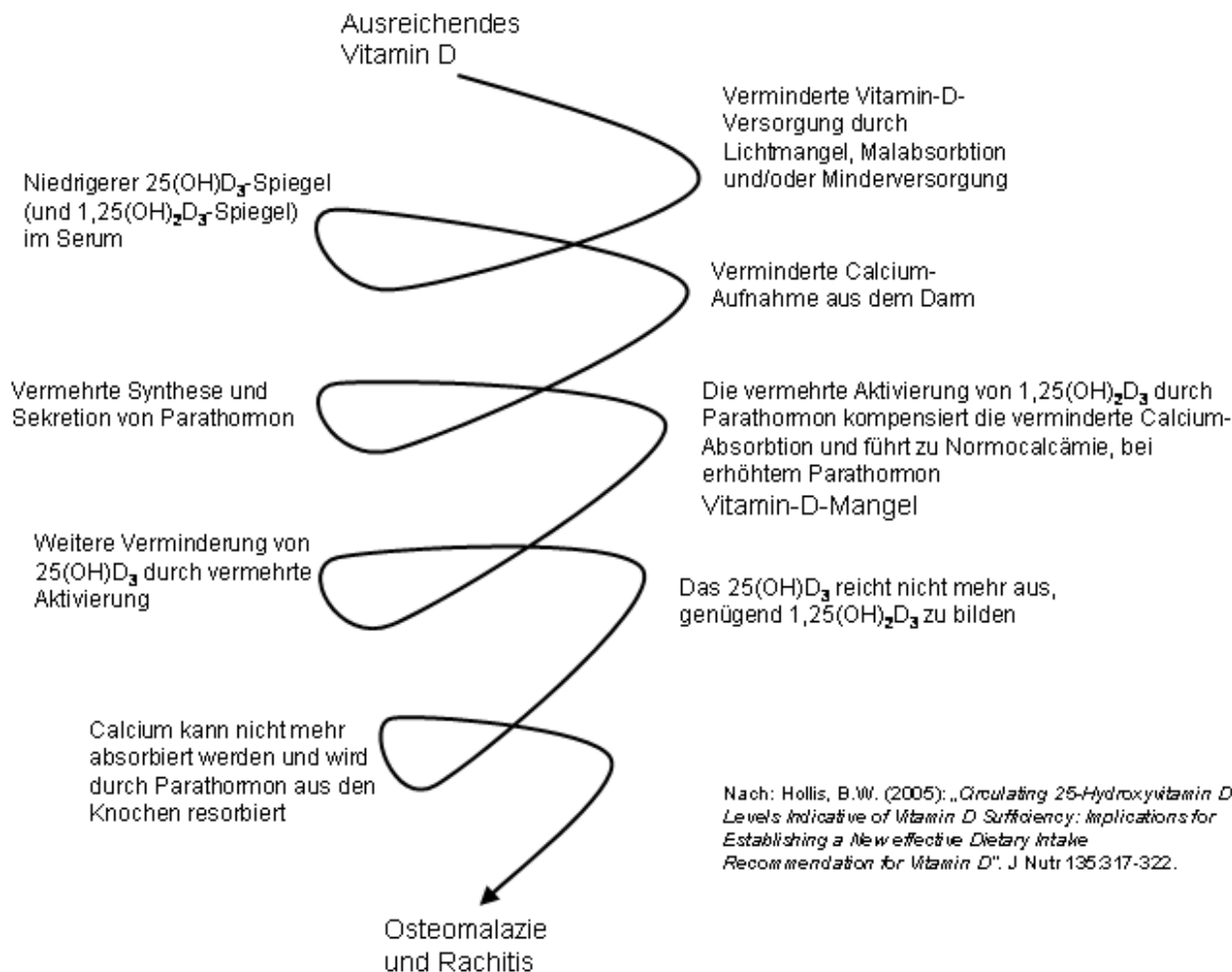
Bedarf:

Vorkommen / Herkunft:

Mangel- und Überfluß-Wirkungen:
(Hypo-, Hyper- und Avitaminosen)

Hypervitaminose

Hypovitaminose



Nach: Hollis, B.W. (2005): „Circulating 25-Hydroxyvitamin D Levels Indicative of Vitamin D Sufficiency: Implications for Establishing a New effective Dietary Intake Recommendation for Vitamin D“. J Nutr 135:317-322.

Vitamin-D-Spirale (von der normalen Vit.-D-Aufnahme zur Osteomalazie)
Q: de.wikipedia.org (Till Reckert)

Rachitis (Englische Krankheit)

erstmal im 17. Jhd. in England mit Beginn der Industrialisierung beschrieben, ab dem 19. Jhd. sehr erfolgreiche Vorbeugung und Behandlung mit Lebertran
 ungenügende Kalkeinlagerung in die Knochensubstanz → Verformung der Schädel-Knochen (Pappschädel), Wirbelsäule (auch Buckel-Krankheit genannt), Beinknochen (O- oder X-Beine)
 allgemeine Knochenerweichung
 zu spätes Erscheinen der Zähne, kleine Zähne
 Bildung eines "Rosenkranzes" (Ausdehnung des Grenzbereiches zwischen Knorpel und Knochen im Rippenbereich (Aufstauchung))
 Vorbeugung heute UV-Lichtbestrahlung und Vitamin D-Gaben

Avitaminose

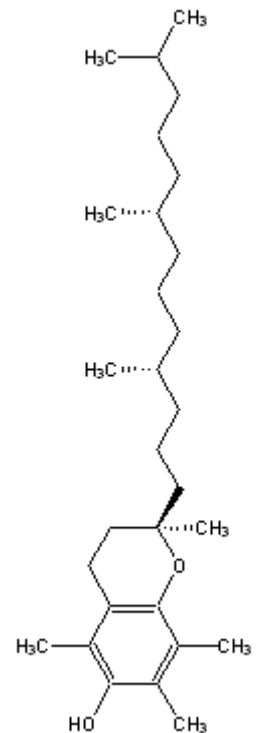
technologische Bedeutung:

3.6.2.13. Vitamin(e) E, Tocopherole

Allgemeines, Geschichte, ...:

Bau:

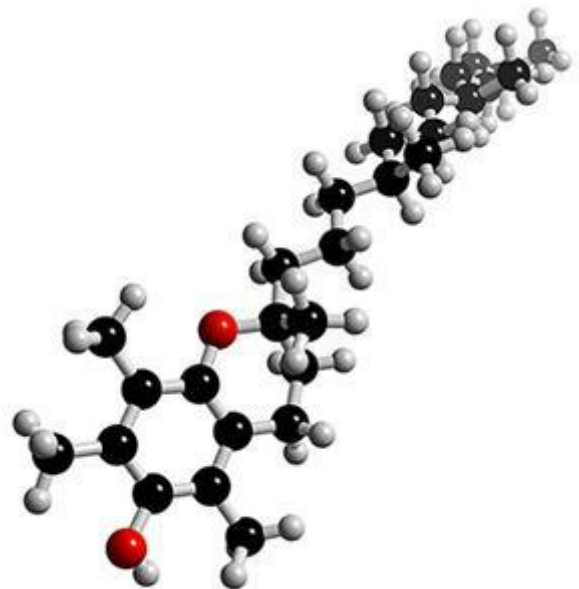
physikalische und chemische Eigenschaften:



α -Tocopherol

Q: commons.wikimedia.org (--CSamulili)

biologische Eigenschaften:



Q: www.3dchem.com

Bedarf:

Vorkommen / Herkunft:

Mangel- und Überfluß-Wirkungen:
(Hypo-, Hyper- und Avitaminosen)

Hypervitaminose

Hypovitaminose

Avitaminose

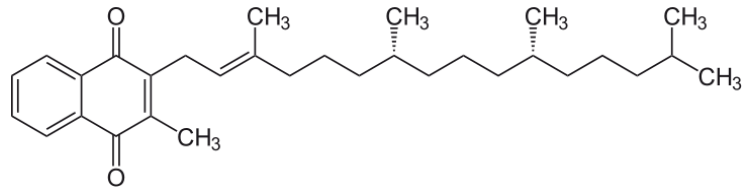
technologische Bedeutung:

3.6.2.14. Vitamin(e) K, Phyllochinone

Allgemeines, Geschichte, ...:

Bau:

K2:
auch: Farnochinon

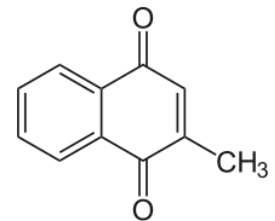


Menachinon K2
Q: commons.wikimedia.org (NEUROtiker)

physikalische und chemische Eigenschaften:

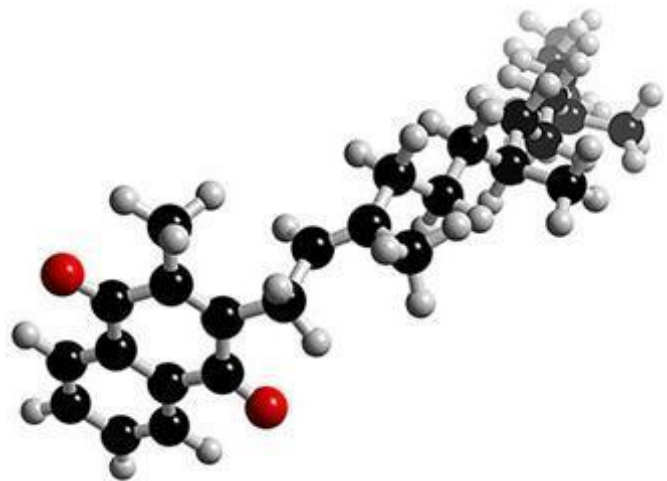
hitzestabil

K2:
gelb, flüssig
Fett-löslich, auch in Alkohol, Ether,
Chloroform und Benzen (Benzol)



Menadion K3
Q: commons.wikimedia.org (NEUROtiker)

biologische Eigenschaften:



Vitamin K₁
Q: www.3dchem.com

Bedarf:

Vorkommen / Herkunft:

Mangel- und Überfluß-Wirkungen:

(Hypo-, Hyper- und Avitaminosen)

Hypervitaminose

Hypovitaminose

Avitaminose

technologische Bedeutung:

3.6.3. Ergänzende Experimente zu und mit Vitaminen

Extraktion und chromatographische Trennung von Carotinen

Grundlagen / Prinzipien:

Carotine sind leicht unterschiedlich gebaute Stoffe. Unter chromatographischen Bedingungen in verschiedenen Lösungsmitteln zeigen sie unterschiedliche Laufgeschwindigkeiten. Auf den Filterpapieren werden unterschiedlich starke und gefärbte Ringe sichtbar.

Materialien / Geräte:

Probenmaterial (z.B. Mohrrüben, Paprika, ...); Mörser u. Pistill; Sand; Filter; Filterpapier; Aceton; weitere Lösungsmittel (z.B.: Wasser, Leichtbenzin, Essigester)

Durchführung / Ablauf:

- Probe mit Sand zermörsern
- mit Aceton auslaugen und filtern
- auf Filterpapier Bleistiftpunkte machen (mind. 5 cm Abstand) oder einzelne Filterpapiere nutzen
- Filtrat mit einer feinen Pipette auf verschiedene Punkte auf Filterpapier auftragen, Tropfen immer wieder trocknen lassen
- mit Wasser, Leichtbenzin, Aceton und Essigester chromatographisch trennen (immer kleine Tropfen auf den Probepunkt geben und wenn das Lösungsmittel verlaufen ist wieder nachtropfen; Papier eben und frei aufhängen)

Vitamingehalt von Fruchtsäften / Untersuchung von verschiedenen Saftarten

Grundlagen / Prinzipien:

Säfte und andere Flüssigkeiten (Milch, Früchte-Tee, Kaffee, Sauerkrautsaft, Limonaden, Fitness-Getränke, ...) eignen sich wegen der Handhabung besonders gut für Reihenuntersuchungen.

Bei Fruchtsäften sind verschiedene Qualitätsstufen (frisch gepresst, Direktsaft, aus Konzentraten, Nektar, Saft, Fruchtsaftgetränk) leicht verfügbar, die ebenfalls gut vergleichbar sind.

Durch einfache Maßnahmen lassen sich gerade Fruchtsäfte manipulieren (Zusätze, Mischen, ...) und Küchenvorgänge (kochen, ...) darstellen und simulieren.

Materialien / Geräte:

siehe Einzelnachweise; großer Reagenzglasständer oder Tüpfelplatte

Durchführung / Ablauf:

- die Fruchtsäfte werden einzeln auf Vitamingehalt getestet

reduzierende Wirkung von Ascorbinsäure (Vitamin C)

Materialien / Geräte:

Reagenzgläser; FEHLINGsche-Lösungen I und II; Ammoniumthiocyanat- od. Kaliumthiocyanat-Lösung; ev. Kaliumhexacyanoferrat -(III)-Lösung (rotes Blutlaugensalz); 10 %ige Ascorbinsäure-Lösung

Durchführung / Ablauf:

Versuch 1:

- mit 2 ml der Ascorbinsäure-Lösung wird die FEHLINGsche Probe durchgeführt (→ [3.2.5. Nachweise für Kohlenhydrate](#)) (je 1 ml FEHLINGsche Lösung I und II in einem RG mischen und zur Probe geben; kurz erhitzen)

Versuch 2:

- 2 ml einer Eisen(III)-chlorid-Lösung werden mit 5 Tropfen Ammoniumthiocyanat- od. Kaliumthiocyanat-Lösung versetzt → rote Färbung (Nachweis von Eisen(III))
- nun tropfenweise Ascorbinsäure (bis zur bleibenden Veränderung) zusetzen; immer gut schütteln
- bei Bedarf: Nachweis von Eisen(II) mit Kaliumhexacyanoferrat-(III)-Lösung (rotes Blutlaugensalz; ev. auch schon in der Eisen(III)-Lösung testen)

Vitamin C-Verlust an der Luft (→ Iodometrie)

Materialien / Geräte:

Ascorbinsäure; Kaliumiodat-Maßlösung; Stärke-Lösung; 25 %ige Schwefelsäure; Kaliumiodat

Durchführung / Ablauf:

- 1 %ige Ascorbinsäure-Lösung (rund 200 ml werden gebraucht) frisch herstellen
- 10 ml mit 100 ml demineralisiertem Wasser verdünnen und Kaliumiodat-Lösung titrieren (→ entspricht relativ 100 % Aktivität) (3x titrieren und Mittelwert bilden!)
- 50 ml in eine Waschflasche füllen; mit Handgebläse Luft durchpusten od. mit Vakuumpumpe durchziehen (Waschflaschen-Prinzip beachten!); wie oben 3x titrieren
- 50 ml Ascorbinsäure-Lösung offen 3 Tage stehen lassen; wie oben 3x titrieren

Berechnungen:

- die Versuchswerte werden gegen das Frischeergebnis ins Verhältnis gesetzt
- 1 ml Kaliumiodat-Lösung (0,0167 M = 3,57 g/l) entsprechen 8,806 mg Ascorbinsäure

Untersuchung einer (Multi-)Vitamin-Brause-Tabelette

Materialien / Geräte:

Waage; (Multi-)Vitamin-Brause-Tabletten

Durchführung / Ablauf:

- 3 zusammen Brause-Tabletten auswiegen
- sauberes Trinkglas (z.B. Bierglas) mit 450 ml Trinkwasser füllen und auswiegen
- die 3 Tabletten werden zum Wasser gegeben; wenn die Gasbildung beendet ist, dann nochmals auswiegen
- 1/3 bitte für Versuch abfüllen, der Rest darf probiert werden

Aufgaben / Fragestellungen:

Wie ist die Gasbildung zu erklären? Analysieren Sie dazu den Beipackzettel bzw. das Etikett!

Wie ist der Masseverlust zu erklären?

Bestimmen Sie den Vitamin C-Gehalt durch Iodometrie! (→ Arbeitsanleitung unter Experiment: Vitamin C-Verlust an der Luft)

Herstellung eines (Vitamin C-)Brause-Pulvers

Materialien / Geräte:

lebensmitteltaugliche Glas- oder Plaste-Gefäße (z.B. Vorratsdosen);
diverse Chemikalien, die nur für Lebensmittel-Versuche benutzt werden (hohe Reinheit; p.a. Qualität)

Durchführung / Ablauf:

- wiegen Sie die folgenden Zutaten ein und mischen Sie diese anschließend
 - 8 – 6 g Ascorbinsäure
 - 2 – 1 g Natriumhydrogencarbonat
 - 1 g Weinsäure
 - je 1 Prise Calciumcarbonat, Magnesiumoxid und Kaliumchlorid
- weitere mögliche Zutaten:
 - Kristallzucker (nach Geschmack)
 - Zitronensäure (sehr wenig)
 - Lebensmittelfarbe (ev. aus angelösten Smartie's)
- Original-Mischung reicht für 2 – 3 Trink-Gläser (200 ml); mit Trinkwasser ansetzen

Grundlagen / Prinzipien:

Materialien / Geräte:

Durchführung / Ablauf:

-

Zusatzuntersuchung:

-

Hinweise:

-

3.7. Mineralstoffe

Unser Körper besteht aus vielen verschiedenen chemischen Elementen. Den Hauptanteil - bedingt durch unseren großen Wassergehalt und den Aufbau aus organischen Stoffen - bilden die Elemente Sauerstoff (O) und Kohlenstoff (C). Danach folgen Wasserstoff (H), Stickstoff (N) und Schwefel (S). Sie stellen die **Hauptelemente** dar.

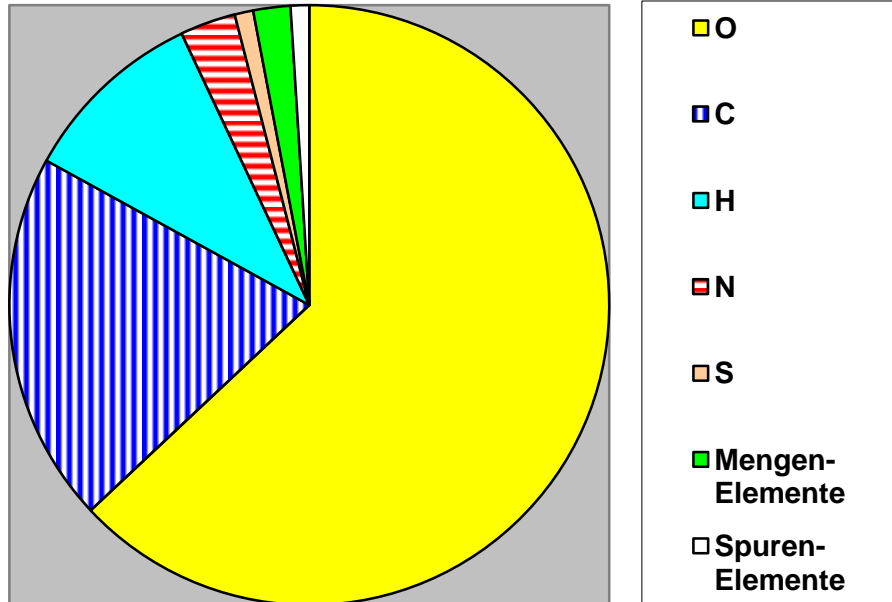
Als kleine Eselsbrücke bietet sich das Wörtchen SCHON an, das genau die richtigen Buchstaben enthält.

In der Rangfolge folgen Natrium (Na), Chlor (Cl), Calcium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg), Eisen (Fe), Kalium (K) und Zink (Zn) – als die sogenannten **Mengen-elemente**. Der jeweilige Tagesbedarf ist größer als 10 mg.

Alle anderen Elemente werden nur in Spuren (weniger als 5 mg täglich) benötigt und aufgenommen. Zu diesen **Spuren-elementen** gehören z.B.

Selen (Se), Cobalt (Co), Silicium (Si), Kupfer (Cu), Fluor (F) usw. Die Reihe läßt prinzipiell fortsetzen. Es lassen sich aber keine genauen Bedarfsangaben mehr machen, weil die Massen im zum Teil nicht messbaren Bereich liegt.

Massenanteile der Elemente



3.7.1. Mineralstoffe – allgemein

Als **Mineralstoffe** betrachtet man heute die Stoffe, die beim Verbrennen der Nahrung (im Glüh-Ofen) als Asche übrig bleiben. Sie sind anorganischer Natur und liefern im Körper keine Energie. Mineralstoffe haben mehr arbeitende (wirkende) und regulierende / steuernde Funktionen. In der Nahrung selbst kommen sie aber entweder als Salze (nicht nur Kochsalz) oder an organischen Stoffen gebunden vor. Ein schönes Beispiel ist Magnesium. Es wird z.B. als Magnesiumchlorid – das ist der bitter schmeckende Anteil des Kochsalz – aufgenommen. In gebundener Form nehmen wir Magnesium z.B. über Chlorophyll – dem grünen Blattfarbstoff der Pflanzen - auf.

Anders als die meisten Vitamine können viele Mineralien in unserem Körper dauerhaft gespeichert werden. Fettgewebe, Bindegewebe, Knochen und Knorpel sind die wichtigsten Speicherorte.

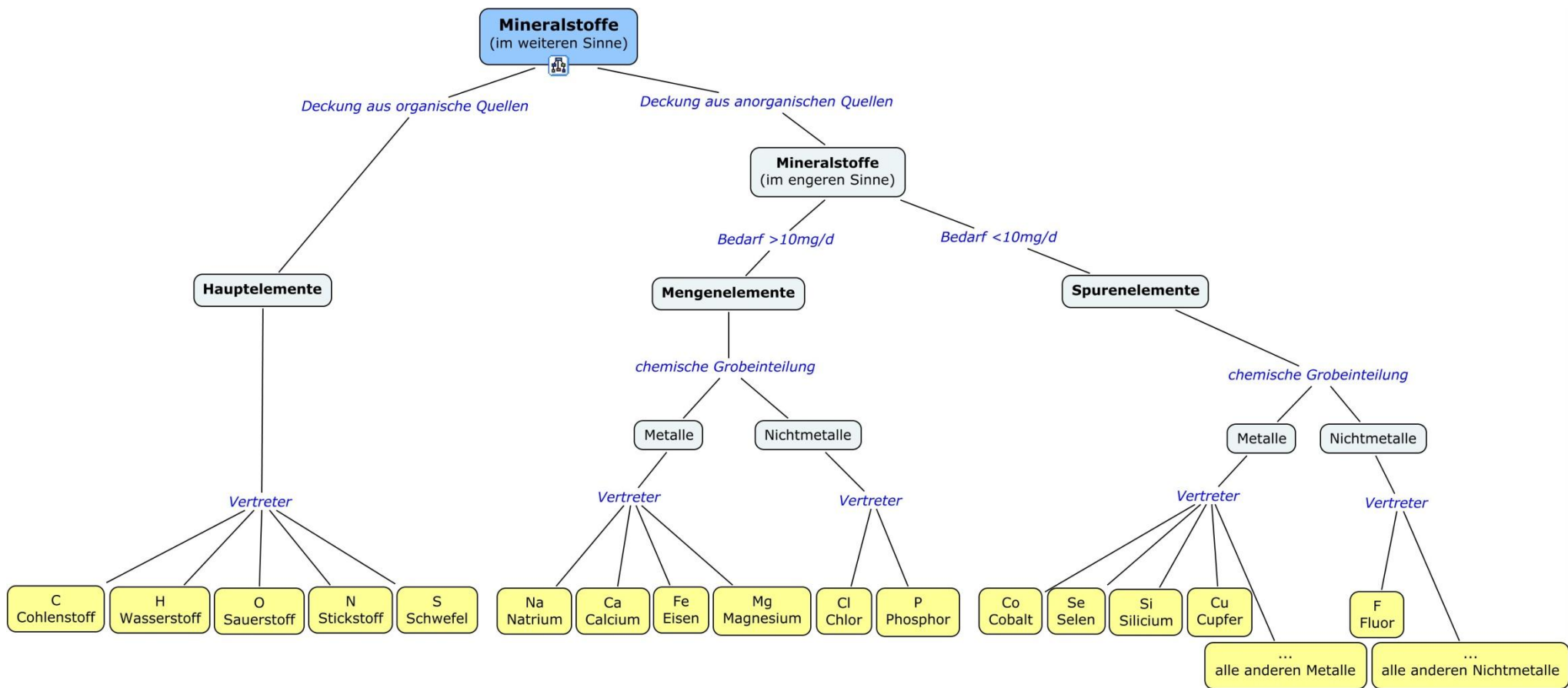
Der tägliche Bedarf an Mineralstoffen schwankt sehr stark und ist von vielen Faktoren abhängig. Er ist abhängig von/vom:

- Geschlecht (bei Frauen höher)
- Körpergewicht
- Alter
- Wachstums und Entwicklungsphasen (erhöhter Bedarf bei Ca, P, Fe, F)
- Tätigkeit
- Transpiration = Schwitzen
- Temperatur
- Kaffee-, Tee- und Alkoholgenuß

Die Bedeutung einiger Mineralstoffe für den menschlichen Körper lassen sich der nächsten Tabelle entnehmen.

Bedarf und Bedeutung wichtiger Mengen- und Spurenelemente

Element	Symbol	Bedarf	Funktionen im Körper
Chlor	Cl	3200 mg	Wasserhaushalt, Ausgleichs-Ion für Kalium und Natrium, Magensäure-Produktion
Kalium	K	1600 mg	Wasserhaushalt, Nerventätigkeit, Zellatmung, Enzymaktivator, Stoffwechselförderer, Blutgerinnungsfaktor
Phosphor	P	1500 mg	in Energietransportstoffen, in der Erbsubstanz, Knochenstabilisator
Natrium	Na	12000 mg	Wasserhaushalt, Nerventätigkeit, Muskeleerregung, Enzymaktivierung
Calcium	Ca	1000 mg	in Knochen, Zähnen, Blutgrinnungsfaktor Muskel-tätigkeit
Magnesium	Mg	300 mg	in Enzymen, Zellatmung, Enzymaktivator
Eisen	Fe	12mg	Blut-, Muskelfarbstoff, Zellatmung
Zink	Zn	10 mg	Enzymbestandteil
Kupfer	Cu	2 mg	Enzymbestandteil; höhere Mengen giftig
Mangan	Mn	4 mg	Enzymbestandteil
Iod	I	0,2 mg	Bestandteil des Schilddrüsenhormons
Molybdaen	Mo	+	Enzymbestandteil, Stoffwechselforgänge
Vanadium	V	+	Enzymbestandteil, Stoffwechselforgänge
Cobalt	Co	+	Enzymbestandteil, Stoffwechselforgänge; höhere Mengen giftig
Selen	Se	+	Enzymbestandteil, Stoffwechselforgänge; höhere Mengen giftig
Fluor	F	+	Bestandteil des Zahnschmelzes
Silicium	Si	+	wird eingelagert in Bindegewebe, Bindegewebsfestigkeit

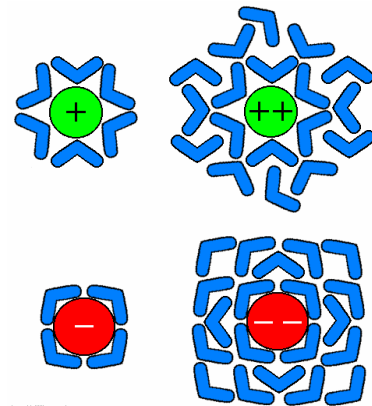


Bei einigen Spurenelementen ist man erst in den letzten Jahren wissenschaftlich hinter ihre Bedeutung für unseren Stoffwechsel gekommen.

Bei den technologischen Prozessen in der Nahrungszubereitung spielen die Mineralstoffe verschiedenste Rollen. Die meisten Mineralstoffe sind wasseranziehend. Sie bilden stabile Hydrat-Hüllen (Wasser-Hüllen) um ihre Ionen. Sie halten damit z.B. das Wasser in den Lebensmitteln.

Natrium bzw. die Natrium-Ionen betonen und verstärken den Geschmack verschiedener Nahrungsmittel. Dies liegt meist daran, dass die Geschmacksstoffe mit Natrium-Ionen Salze bilden, die dann von unserer Zunge besser wahrgenommen werden können.

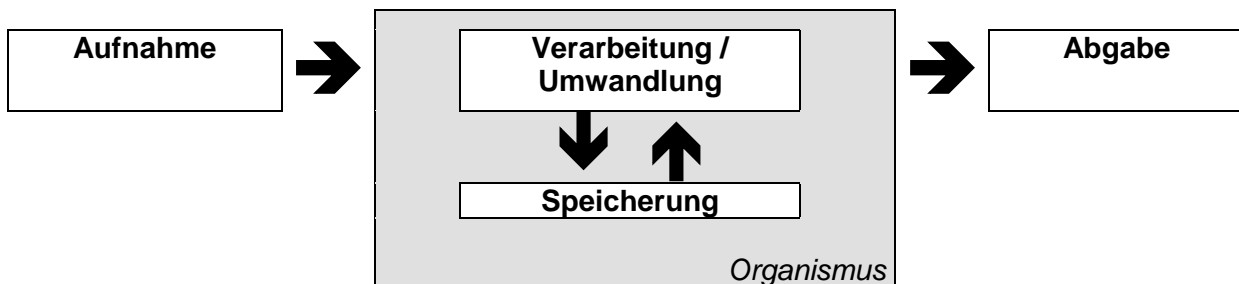
Außerdem verkürzen Natrium-Ionen die Kochzeiten z.B. bei Gemüse. In größeren Konzentrationen wirken die Natrium- und Chlorid-Ionen des Kochsalzes konservierend. Die Ionen entziehen den Nahrungsmitteln beim Einsalzen das Wasser. Die Eiweiße und Enzyme werden deaktiviert, Keime können sich dann nicht mehr entwickeln. Pökelfleisch, Salz-Heringe usw. werden durch diesen Effekt lange haltbar.



Ein erhöhter Kochsalz-Konsum aktiviert und belastet den Wasserhaushalt und die Ausscheidungsorgane. Es wird mehr Harn produziert und abgelassen. Auch hier sind die wasserziehende Eigenschaften der Ionen entscheidend.

Die mineralische Stickstoff-Verbindungen haben sehr verschiedene Bedeutungen in unserer Ernährung. So sind Ammoniak und die zugehörigen Ammonium-Ionen sehr giftig. Ammonium-Ionen werden deshalb in unserem Körper mit Kohlendioxid zu ungiftigen Harnstoff umgewandelt und dann über den Harn ausgeschieden. Nitrate und Nitrite sind z.T. giftig, weswegen die aufgenommene Menge so gering wie möglich gehalten werden sollte. Zum Anderen sind sie aber unverzichtbarer Zusatz bei der Wurstproduktion.

Insgesamt ist schon der Mineralstoffwechsel für sich allein ein sehr komplexes System.



Für jeden Stoff existiert in unserem Körper ein bestimmter anzustrebender Wert. Dieser Wert (Pegel) stellt sozusagen den gesunden Zustand dar. Kleine Abweichungen durch Verluste (Körperaufbau, Ausscheidung, ...) – dies entspricht einem sinkenden Pegel - werden durch erhöhte Aufnahme ausgeglichen. Sollte die Aufnahme nicht genügen, dann werden körpereigene Speicher angegriffen und die gespeicherten Stoffe für den Stoffwechsel zur Verfügung gestellt. Ein zu hoher Pegel wiederum wird durch erhöhte Ausscheidung oder Einlagerung in den Speichern angepasst. Hier wird schon ersichtlich, dass eine zusätzliche Einnahme von Stoffen selten (außer bei Mangel oder medikamentöser Behandlung) eine echte Wirkung haben kann. Der Körper wird nur zusätzlich belastet.

Mineralstoff	Gehalt [mg] in 1 l Schweiß
Calcium	160
Chlorid (Chlor)	1000
Cupfer	0,05
Eisen	1,2
Kalium	300
Magnesium	35
Mangan	0,05
Natrium	1200
Phosphat (Phosphor)	15
Sulfat (Schwefel)	25
Zink	1,2

3.7.1.2. technologische Bedeutung

chemische Teiglockerung (Cohlendioxid-Freisetzung aus verschiedenen Substanzen), im Prinzip alles Carbonate
wenn biologische oder physikalische Teiglockerung wegen der Schwere (Fett-Gehalt) des Teiges oder bestimmten extremen chemischen Bedingungen nicht möglich ist

Hirschhornsalz (Ammoniumhydrogencarbonat)
Backtriebmittel

Pottasche (Kaliumhydrogencarbonat)
Backtriebmittel
stark Wasser-ziehend (hygroskopisch), wird nur aktiv, wenn Säuren im Teig / Lebensmittel vorhanden sind (z.B. auch durch tätige Milchsäure-Bakterien)

Soda (Natriumhydrogencarbonat)
Backtriebmittel
schmeckt laugig (seifig), braucht zur Zersetzung (Bildung von CO₂) Säure

Backpulver (Gemisch aus Natriumhydrogencarbonat und einem Säuerungsmittel (z.B. Dinatriumhydrogendiphosphat oder Monocalciumorthophosphat)), meist auch noch Stärke als Trenn-Mittel enthalten
Backtriebmittel

bei allen Hydrogencarbonaten wird die Eigenschaft genutzt, dass sich das sehr schwach saure Hydrogencarbonat durch stärkere Säuren (z.B. Fruchtsäuren) verdrängen lässt. Es wird dann letztendlich Cohlendioxid frei, dass den Teig aufgehen lässt.

Metalle

Element	Vorkommen	Funktionen im Körper	Bedarf [g]	Mangelsymptome	Übersorgungssymptome
Calcium	Milch, Milchprodukte, Gemüse, Hülsenfrüchte, (hartes) Trinkwasser	<ul style="list-style-type: none"> • Knochen-Aufbau (Verfestigung) • Zahnschmelz • Muskeltätigkeit • Enzymaktivierung • Weiterleitung von Erregungen an Synapsen (Nervenzell-Verbindungen) 	0,8 – 1,0	Knochenerweichung (Rachitis) Knochenbrüchigkeit (Osteoporose) Sensibilisierung der Zähne höhere Anfälligkeit für Karies Störungen im Nerversystem	
Eisen	Fleisch (Muskelatur), Getreide, Hülsenfrüchte	<ul style="list-style-type: none"> • Sauerstoff-Transport (Blut-Farbstoff (Hämoglobin)) • Enzybestandteil • Redoxmittel (z.B. in der Atmungskette (Zellatmung)) 	♀: 12 ♂: 18	Müdigkeit Kurzatmigkeit Blutarmut (Anämie)	sehr fester Stuhlgang
Kalium	Obst, Gemüse, Kartoffeln, Getreide, Hülsenfrüchte	<ul style="list-style-type: none"> • Erregungsleitung (Nervensystem) • Muskeltätigkeit 	3 – 4	Störung der Muskelfunktion Herzrhythmusstörungen	Herzrhythmusstörungen
Magnesium	grüne Pflanzenteile	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivierung von Enzymen (Energiewechsel) • Muskelfunktion • Nerventätigkeit 	0,3	Muskel-Zuckungen / -Krämpfe Erregungs-Störungen (Nervensystem)	
Natrium	Kochsalz, Mineralwasser, Brot, Käse	<ul style="list-style-type: none"> • Regulation des Wasser-Haushaltes • Regulation des Säure-Base-Haushaltes • Erregungsleitung (Nervensystem) • Muskeltätigkeit 	0,5 – 2	Kreislaufstörungen Muskel-Zuckungen / -Krämpfe ev. Durchfall und Erbrechen	Bluthochdruck

Nichtmetalle

Element	Vorkommen	Funktionen im Körper	Bedarf	Mangelsymptome	Übersorgungssymptome
Chlor (Chlorid)	Kochsalz, Mineralwasser, Käse, Brot	<ul style="list-style-type: none">• Regulation des Säure-Base-Haushaltes• Erregungsleitung (Nervensystem)• Magensäure-Bildung• Schweiß-Bildung			
		<ul style="list-style-type: none">•			
Fluor (Fluorid)		<ul style="list-style-type: none">•			
		<ul style="list-style-type: none">•			
Iod (Iodid)		<ul style="list-style-type: none">•			
		<ul style="list-style-type: none">•			
Phosphor (Phosphat)		<ul style="list-style-type: none">•			
		<ul style="list-style-type: none">•			

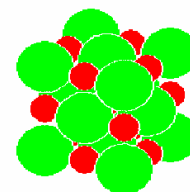
3.7.2. Kochsalz - Natriumchlorid

Es gab Zeiten und Gegenden, da wurde Salz mit Gold aufgewogen. In manchen salzarmen Regionen wurde es auch als "weißes Gold" bezeichnet. Heute sind verschiedene Salzgemische im Handel zu Spottpreisen verfügbar.

Das Salz, welches wir allgemein benutzen, ist eigentlich eine Salzmischung. Der wesentliche Bestandteil ist Kochsalz. Magnesium-Salze sorgen für einen leicht bitteren Geschmack. Wegen der unzureichenden Iod-Menge, die in unserer Nahrung heute enthalten ist, werden oft Iod-Salze künstlich hinzugefügt.

Unser Haushaltssalz stammt aus dem Meer oder aus unterirdischen Salzlagern. Der Name des Kochsalzes entstammt seiner Herstellung. Salzlösungen (Sole) wurden im Pfannen-Siede-Verfahren eingekocht. Übrig blieb das kristalline Kochsalz.

Der exakte chemische Name für das reine Kochsalz lautet Natriumchlorid (Formel: NaCl). Kochsalz besteht aus kleinen würfelförmigen Kristallen, die aus zwei Ionen zusammengesetzt sind. In die drei Koordinaten-Richtungen wechseln sich immer Natrium- und Chlorid-Ionen ab. Die Anordnung ist sehr regelmäßig, weshalb sich ein Kristall als resultierende Form ergibt.



Täglich gibt der Mensch rund 20 bis 25 mg Natriumchlorid über Urin und Stuhl und 45 bis 90 mg durch die Haut ab.

Der tägliche Bedarf beträgt 5 bis 10 g. Der wesentlich höhere Bedarf ergibt sich durch die nur teilweise Aufnahme im Verdauungskanal.

Nahrungsmittel	Anteil an der Salzzufuhr in %
Brot und Backwaren	28
Gemüse	4

Nahrungsmittel	Anteil an der Salzzufuhr in %
Fleisch- und Wurstwaren	26
Milch und Milchprodukte	11
Fisch und Fischwaren	7

Die Gesamtsalzkonzentration in unseren Körperflüssigkeiten entsprechen dem Salzgehalt in den Ozeanen - ein Anzeichen für unsere Abstammung. Kochsalz-Lösungen in eben dieser Konzentration (0,9%; physiologische Kochsalzlösung) werden bei Blutverlust als Infusionen eingesetzt. Meerwasser ist für seine heilende Wirkung bei Erkältungen, Atemorgan- und Hauterkrankungen bekannt.

In der Nahrungszubereitung findet es neben seiner geschmacksbetonenden - auch wegen seiner wasserregulierenden Eigenschaften - eine breite Verwendung.

Weiterhin benötigt unser Körper Natriumchlorid für die Nerventätigkeit, die Muskelkontraktionen und den Knochenaufbau. Die Gewebespannung und Wasserhaushalt unseres Körpers wird wesentlich vom Salzgehalt bestimmt.

Im Magen kommen die Chlorid-Ionen kombiniert mit Wasserstoff-Ionen als Magensäure (HCl, Chlorwasserstoffsäure) vor. Natrium-Ionen bilden mit Hydroxid-Ionen das basische Natriumhydroxid. Im Zwölffingerdarm sorgt der basische Charakter für eine entgeltige Zersetzung der Kohlenhydrate und die Resorption des Traubenzuckers (Glucose). Die Abgabe von Natrium-Ionen ist in der Darmwand mit der Aufnahme von Traubenzucker gekoppelt. Fehlen die Natrium-Ionen, dann kann auch kein Traubenzucker aufgenommen werden.

Der heutige übermäßige Genuß von Kochsalz steht im Verdacht mit Ursache für viele Zivilisationskrankheiten zu sein. Besonders häufig wird hier der Bluthochdruck genannt. Wissenschaftlich konnte dies nicht bewiesen werden. Ganz im Gegenteil stellten sich bei übermäßigen Salzsparern Krankheitsbilder wie z.B. Herz-Rhythmusstörungen, Herz-Kreislauf-Störungen, Übelkeit und Nervenkrankheiten ein.

Durch gezielte Arbeitstechniken lassen sich die Speisen bei gleichem Geschmack auch natriumchlorid-arm herstellen. Hierzu gehört der Einsatz von Kräutern, natriumarmen Salzsorten

oder das Salzen kurz vorm Servieren. Salz wird auf der Nahrungsoberfläche viel intensiver wahrgenommen.

praktische (technologische) Hinweise und Tips zum sinnvollen Umgang mit Kochsalz

- (fluoriertes) Iod-Salz verwenden
- salzverminderte Zutaten / Produkte verwenden
- bei Verwendung gesalzener Zutaten bewußt auf weiteres Salzen verzichten; Fertiggerichte nicht mehr salzen (besonders bei Baby- und Kinder-Nahrung beachten)
- Garmethoden nutzen, die den Eigengeschmack betonen (z.B.: Dünsten, Dämpfen, Garen in Folie, Grillen, ...)
- Pellkartoffeln statt Salzkartoffeln anbieten
- Speisen erst ohne oder mit wenig Salz zubereiten; Kochwasser (für Kartoffeln, Nudeln, Reis, ...) nur schwach salzen
- mit Kräutern und Gewürzen abschmecken
- erst kurz vorm Servieren salzen
- Salzstreuer erst nach Wunsch auf den Tisch stellen
- Trinkwasser statt Mineralwasser trinken bzw. für die Zubereitung von Speisen verwenden

Nach der Herkunft und den Bearbeitungsmethoden unterscheidet man Steinsalz, Siedesalz und Meersalz. Selten wird das gewonnene Salz in der Originalform verkauft. Reinigungsprozesse und Umkristallisationen sorgen für einen bedarfsgerechten, kundenfreundlichen Produkt.

In Deutschland tritt ein geographisch bedingter Iod-Mangel in der Bevölkerung auf. Diesen versucht man durch den Zusatz von Iod im Kochsalz zu begegnen. Weiterhin darf auch Fluor zugesetzt sein. Hiermit soll ein Beitrag zur Karies-Vorbeugung (Prophylaxe) durch Härtung des Zahnschmelzes geleistet werden.

durch Kochsalz wird im Gebäck Wasser gebunden, der Kleber (Kleber-Eiweiß-Gerüst) wird fester und das Gebäck bekommt dadurch mehr Stand

Kochsalz enthält oft Calciumsilikat als Trennmittel, um die Rieselfähigkeit zu erhalten. Calciumsilikat wirkt als Trocknungsmittel. Es ist in der Lage größere Mengen Wasser in sich zu binden (Absorption).

3.7.3. Calcium

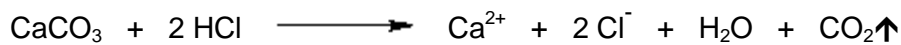
Allgemeines / Geschichtliches:

Bau / chemische Strukturen:

Calciumsalze

komplexgebundenes Calcium-Ion

Carbonate (z.B. Muschel- und Schnecken-Schalen, Eier-Schale,) in Wasser schwer löslich, aber Aufschluß im Magen durch die Magensäure möglich



Apatite, Phosphate, Hydrogenphosphate: (z.B. Knochen,)

Oxalate (z.B. in Pflanzen (Rhabarber),)

biologische Funktionen:

größte Menge des Körper-Calciums in den Körperflüssigkeiten
wichtiger Bestandteil in den Körperflüssigkeiten, osmotische Funktion

gebundenes Calcium besonders in den Knochen; bis zu 70 % anorganisch; Rest organisch, davon 25 – 30 % Kollagen

anorganischer Teil der Knochen ist chemisch $\text{Ca}_{83}(\text{PO}_4)_{43}(\text{CO}_3)_x(\text{HPO}_4)_y(\text{OH})_3$ x und y ergeben zusammen relativ konstant 17, wobei x mit zunehmenden Lebensalter zunimmt und y abnimmt

Knochen sind trotz ihrer scheinbaren unveränderlichen Festigkeit sehr dynamische Objekte

Osteoklasten sind Zellen, die den Knochen ständig abbauen; besonders die anorganischen Bestandteile werden ständig um- und abgebaut; Dabei wird unter Verwendung saurer Carboanhydrase das organische Material und mittels Kollagenasen die organische Bestandteile abgebaut. Osteoblasten bauen neue Knochensubstanz auf, sie erstellen zuerst die organische Struktur der Knochen; die Osteoblasten wandeln sich nach einer gewissen Zeit in Osteocyten um und sind nun für die Verstärkung der Strukturen durch Einlagerung von Calcium-Phosphat-Verbindungen verantwortlich, hierzu ist das Protein Osteocalcin wichtig, dass die Calcifizierung reguliert. die Einlagerung von anorganischem Material ist von der Belastung der neuen Knochenstücke abhängig

Osteoporose ist Störung des Auf- und Abbau-Gleichgewichtes der Knochen, besonders die Calcifizierung ist gestört, die organische Substanz wird nicht ausreichend verfestigt, die Knochen sind relativ weich und biegen z.B. bei Belastung durch → O-Beine, gebückte Oberkörper-Haltung, Behandlung mit Biphosphonaten, diese hemmen die Aktivität der Osteoklasten

beeinflusst Permeabilität der Zellmembranen, auch bedeutsam bei Nervenfunktionen und Auslösung von Muskelkontraktionen

blutungshemmende Funktion, bildet mit verschiedenen Gerinnungsfaktoren koagulierende Strukturen → Blutgerinnung

entzündungshemmende Funktion

Bedarf / Regulation des Haushaltes:

nur 40 % des Calcium-Angebotes aus der Nahrung werden resorbiert, bei Säuglingen 75 %, fördern die Ca-Resorption:

- Vitamin D
- div. Proteine (→ aktiver Transport)
- Lactose
- versch. Aminosäuren
- Citronensäure

hemmen die Ca-Resorption:

- Oxalsäure (in Rhababer, Zwiebeln,)
- Phytin (kommt in den Randschichten des Getreide-Korns vor)

negativ auf Calcium-Einlagerung und –Umsetzung wirken:

- Unterernährung; Mangelernährung (einseitige Ernährung)
- Phosphate
- UV-Licht-Mangel (ungenügende Aktivierung von Vitamin D)

bei Neugeborenen Calciumspeicher (Knochengewebe) mit rund 30 g bei Erwachsenen 1 – 1,5 kg

Zufuhr 0,2 bis 0,3 g/d bei Säuglingen, besonders für Knochenwachstum und –Aushärtung für Jugendliche 1,0 bis 1,2 g/d wegen der Wachstumschübe, Körperumbau sonst allgemein um 1,0 g/d ausreichend

ev. leicht erhöhter Bedarf für Stillende (Milchbildung (1 l Muttermilch enthält 330 mg Calcium, stabilisiert Kasein-Molekül) und Schwangere

40 % der Calcium-Ausscheidung über den Harn, hormonell geregelt (Parathormon gegen Thyreocalcitonin), weiterer großer Anteil wird über Schweiß abgegeben (bis zu 20 mg / h möglich)

problematisch auch Personen mit Lactose-Intoleranz, da diese intuitiv Milch-Produkte meiden und insgesamt reduziert zu sich nehmen

Mangelscheinungen (Hypocalcämie):

Tetanus (Muskel-Zuckungen und -Krämpfe)

bei Kindern Ca-Mangel → Rachitis; bei Erwachsenen → Osteomalazie

Knochenentkalkung → Senkung der Knochenfestigkeit (Knochenerweichung) → Osteoporose

Osteoporose:

besonders bei Frauen ab der Menopause (Klimakterium), aber auch bei Männern ab

durch Rückgang der Östrogen-Bildung ist die Synthese von Dihydroxycholecalciferol reduziert

verminderter Einbau von neuen Calcium in die Knochen; (verstärkte) Freisetzung von Ca aus Knochen
Blut-Calcium-Spiegel steigt
Ausscheidung von Calcium erhöht sich
verringerte Vitamin D-Aufnahme und geringere Bewegung führen zu einer erhöhten Phosphor-Aufnahme (als Calciumphosphat)

technologische Aspekte:

3.7.4. Magnesium

3.7.5. Eisen

Eisen im Körper nur als funktionelle Struktur in Proteinen oder anderen Stoffen wichtig

freies Eisen (Fe^{3+} , Fe^{2+}) im Cytoplasma ist giftig, muß deshalb isoliert gespeichert werden
spezielle Stoffe für Speicherung und Transport notwendig → z.B. Ferritin, Transferrin
selbst besonders wichtig bei Sauerstoff-Transport im Blut → z.B. Hämoglobin

wichtiges Zentral-Atom in vielen Enzymen
Redox-Zentrum in vielen Enzymen (Atmungskette)

Hämoglobin (roter Blutfarbstoff)

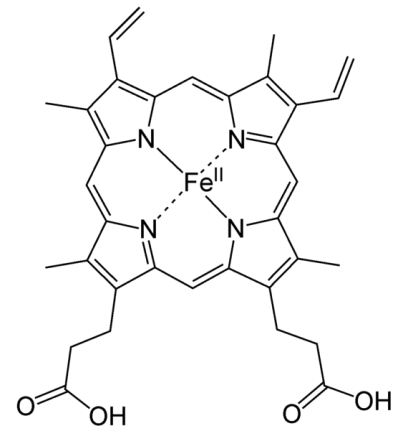
Blutfarbstoff

Sauerstoff-Transporter

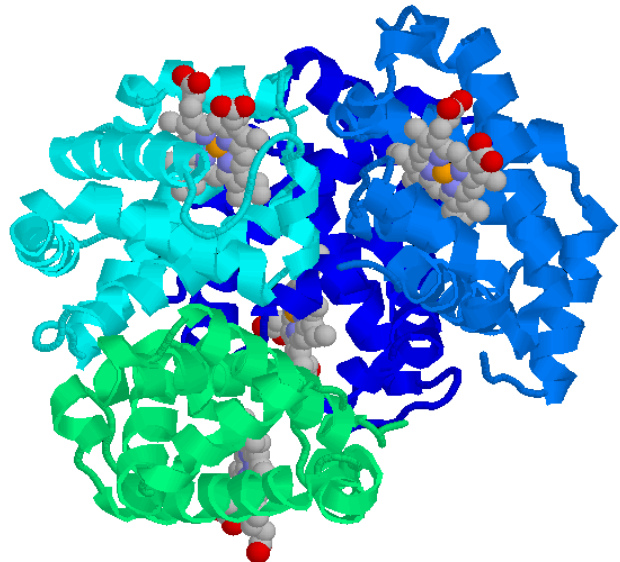
hohe Affinität auch zu Kohlenmonoxid (Vergiftungsgefahr)
irreversible Blockierung des Eisen-Ions

bei jungen Frauen kommt es bedingt durch stärkere Monatsblutungen häufig zu Blutarmut (Anämie) eigentlich Eisen-Mangel

In der Schwangerschaft ebenfalls deutlich höherer Bedarf an Eisen



Struktur-Formel der Häm-Struktur
(Eisen-haltiger Porphyrin-Ring)
Q: de.wikipedia.org (Yikrazuul)

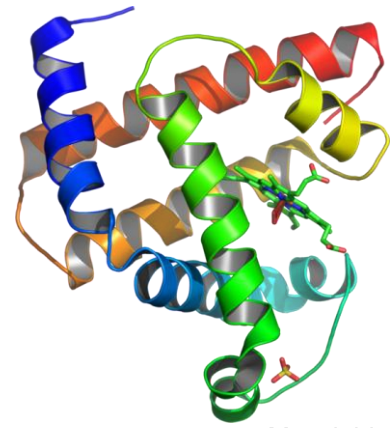


Hämoglobin-Tetramer (Quartär-Struktur)
(grau,violett,rot: Häm-Scheibe; orange: Eisen-Ion)
Q: /L1/

Myoglobin (Muskelfarbstoff)

Muskelfarbstoff

Sauerstoff-Transporter von der Zellmembran zu den Mitochondrien



Myoglobin
(Häm-Scheibe im Stab-Modell;
Eiweiß-Teil (Globin)
als Bänder-Modell
Q: de.wikipedia.org (AzaToth)

in allen Zellen kommt das Cytoglobin vor, dass wohl das evolutionäre Stamm-Molekül ist, durch gen-Verdopplung entstand dann später die Muskel-spezifische Version – das Myoglobin

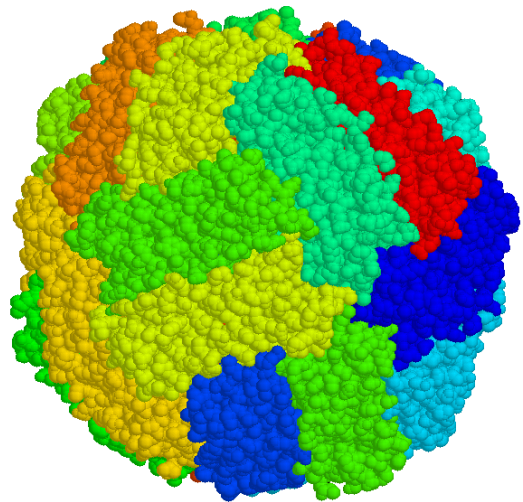
Ferritin

Hohlraum mit einem Durchmesser von 8 nm

innerhalb des Ferritins als anorganische Struktur ($\text{Fe}_3\text{O}_3(\text{OH})_8(\text{H}_2\text{PO}_4)$) gespeichert (Eisen(III)-Ionen)

theoretisch kann die Ferritin-Hohlkugel 4500 Eisen-Ionen enthalten, praktisch sind es um die 1200

durch Kanäle kann das Eisen in die Hohlkugel transportiert werden, dazu muss es scheinbar zeitweise in Eisen(II)-Ionen umgewandelt werden

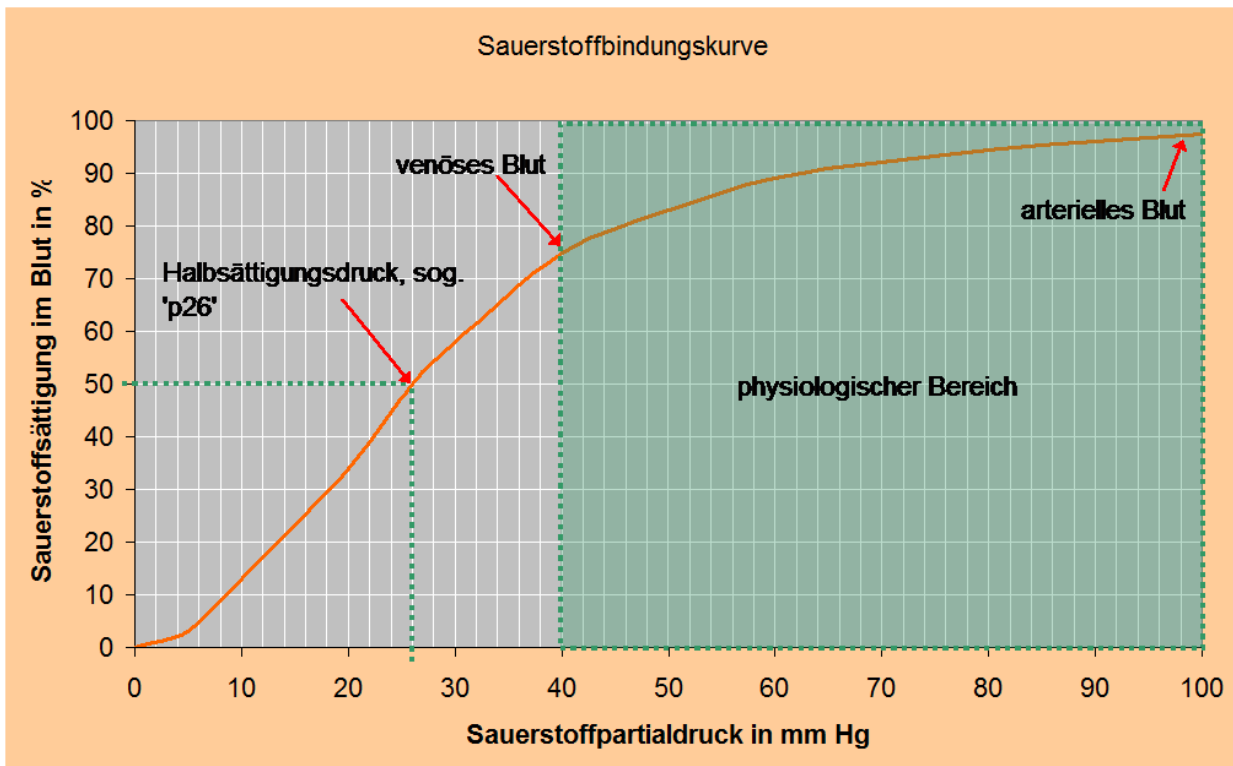


Ferritin (Quartärstruktur aus 24 Monomeren)
Q: /L1/, geändert: dre

Personen-Gruppe	Zeitraum	Ferritin-Spiegel in ng/ml = µg/l
Säuglinge	Nabelschnur-Blut	30 – 275
	2. – 3. Wo	90 – 630
	1. Mon	145 – 400
	2. Mon	85 – 430
	4. Mon	35 – 225
Kinder	6. Mon – 15. Jahr	10 – 140

Personen-Gruppe	Zeitraum	Ferritin-Spiegel
Frauen	16. – 50. Jahr	25 – 110
	65 – 90. Jahr	15 – 650
Männer	16. – 50. Jahr	35 – 310
	65 – 87. Jahr	5 – 665

physiologische Aspekte



Q: de.wikipedia.org (Ga.rp)

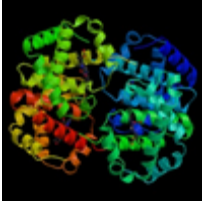

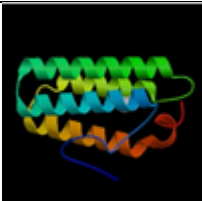

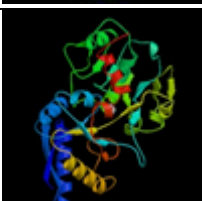
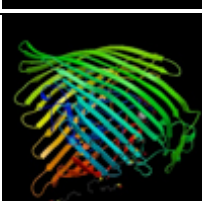
Mangel-Erscheinungen:

Sideroperie (Eisen-Mangel) meist recht Symptom-los, nur über Blut-Untersuchungen fassbar
 fortgeschrittener Mangel: Anämie

Eisen-Überladung

genetisch bedingt (autosomal vererbt)

wichtige Eisen-haltige Enzyme in Lebewesen:

Name	Funktion	Bemerkungen / Abbildung
Hämoglobin	Sauerstoff-Transport im Blut Blutfarbstoff in den roten Blutkörperchen (Erythrozyten) verschiedene Primär-Strukturen mit 141 – 146 AS,	 Q: /L1/
Hämcyenin		 Q: /L1/
Hämerythrin	Blutfarbstoff mariner Wirbelloser Sauerstoff-Transporter keine Häm-Scheibe, Eisen direkt an Aminosäure-Strukturen gebunden 108 kDa, 113 AS, oktamere Quartär-Struktur	 Q: /L1/
Ferritin	Eisen-Speicher bei den einzelnen Pflanzen- und Tier-Gruppen unterschiedlich groß: rund 900 kDa, 150 – 200 kDa	 Q: /L1/
Transferrin	Eisen-Transporter in der Leber 75,2 kDa, 679 AS	 Q: /L1/
Siderophor Ferrichrom	primitive Eisen-Transporter in aeroben Bakterien, niederen Pflanzen und Pflanzen-Wurzeln höherer Pflanzen 300 – 2.000 Da	 Q: /L1/
Myoglobin	Muskelfarbstoff 153 AS, 16,7 kDa	

Quellen (speziell für diesen Abschnitt) / interessante Links:

/L1/ <http://www1.tu-darmstadt.de/fb/ch/akplenio/moproc/index.htm>

3.7.6. Zink

in über 300 biologisch aktiven Stoffen gefunden

im Körper (Erwachsener) 2 – 3 g Zn (vornehmlich in Knochen, Haaren, Zähnen, Muskelatur, Haut, Leber, Auge)

besonders günstige Aufnahme als Zn-Histidin-Komplex

Bedarf

15 mg / d (WHO-Empfehlung)

relativ kurzfristig speicherfähig

pflanzliches Zn scheinbar schlechter zugänglich als tierisches

Alkoholgenuß fördert die Ausspülung von Zink aus dem Körper → erhöhter Bedarf

ähnlich wirkt zu großer Getreide-Anteil in der Nahrung

Diabetiker haben ebenfalls erhöhten Bedarf, Zn wichtig für Bildung, Funktion und Speicherung von Insulin (Umwandlung von Proinsulin in Insulin, Insulinausschüttung, Steigerung der Insulin-Wirkung, Speicherung als Zn-Insulin-Komplex in den β -Zellen)

Genuß von schwarzem Tee oder Kaffee hemmen die Aufnahme von Zink

Q:

Vorkommen

Quelle	Zn-Gehalt [mg / 100 g]
Auster	7 – 150
Camembert	3
Garnelen	2,5
Joghurt	1
Kalbfleisch	8
Rinderfilet	4,5
Rinderleber	5
Vollmilch	0,5

Quelle	Zn-Gehalt [mg / 100 g]

gebraucht für die Mannes-Kraft (Austern als Aphrodisiakum)
Infekt-Abwehr (deshalb z.B. in Keim-hemmenden Haut-Salben)


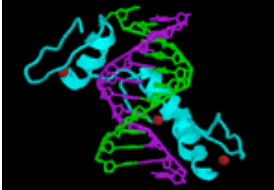

Mangel führt zu Immunschwäche, vermehrte Allergiesymptome, Verstärkung von Entzündungen
Haare, Haut, Nägel werden brüchig

Abweichungen beim Geruchs- und Geschmackssinn, Appetitlosigkeit

Nachtblindheit

menthale Lethagie, Depressionen

wichtige Zink-haltige Enzyme und Hormone in Lebewesen:

Name	Funktion	Bemerkungen / Abbildung
Insulin	Hormon, Senkung des Blutzucker-Spiegels 5,8 kDa	 <p style="text-align: right;">Q: /L1/</p>
Zinkfinger	Gen-Regulator, blockiert das "Able-sen" eines Gens	 <p style="text-align: right;">Q: /L1/</p>
Alkohol-Dehydrogenase	Teil des Alkohol-Abbau; Umwand-lung von Ethanol (Trink-Alkohol) in Ethanal; (dann weiter zu Essigsäure, die dann veratmet (Citronensäure-Cyclus + Atmungskette) werden kann)	 <p style="text-align: right;">Q: /L1/</p>
		Q: /L1/

Quellen (speziell für diesen Abschnitt) / interessante Links:

/L1/ <http://www1.tu-darmstadt.de/fb/ch/akplenio/moproc/index.htm>

3.7.7. Phosphor

Phosphate

Polyphosphate

lt. DGE unbedenklich im Rahmen der zugelassenen Mengen

technologische Funktion von Polyphosphaten: Stabilisatoren, Emulgatoren,
Wasser-Bindung → Verfestigung von wässrigen Lebensmitteln (z.B. Wurst)

Säuerungsmittel z.B. Getränke (Cola)

Orthophosphate (E 339 – E 341 a-c) verhindern die Trübung von Getränken und dienen als Antioxidantien

3.7.8. Ergänzende Experimente zu und mit Mineralstoffen und Salzen

Im Handel sind für die meisten klassischen Metall-Ionen – aber auch für viele Anionen – fertige test-Kits bzw. schnelltests in Form von Stäbchen oder Teststreifen im Handel. Manche dieser Tests sind auch semiquantitativ nutzbar.

Als Probe-Material eignet sich gut Lebensmittel-Asche, von der 1 Spatelspitze in 4 ml demineralisiertem Wasser aufgelöst und filtriert wurde. Das Filtrat ist weiter zu verwenden.

Probe auf Eisen (Eisen-III-Ionen):

	<i>Nachweismittel</i>	<i>Bedingungen</i>	<i>Beobachtungen</i>	<i>Ergebnis</i>
Probe +	(Kalium- od. Ammonium-) Thiocyanat-Lösung <i>(farblos)</i>		Tiefrotfärbung	Eisen-III-Ionen
			anderes	keine Eisen-III-Ionen

Probe auf Eisen (Eisen-II-Ionen):

	<i>Nachweismittel</i>	<i>Bedingungen</i>	<i>Beobachtungen</i>	<i>Ergebnis</i>
Probe +	Kaliumhexacyanoferrat-Lösung <i>(farblos)</i>		Tiefblaufärbung	Eisen-II-Ionen
	(rotes Blutlaugensalz) giftig !!!		anderes	keine Eisen-II-Ionen

Probe auf Kupfer / Cupfer (Cupfer-II-Ionen):

	<i>Nachweismittel</i>	<i>Bedingungen</i>	<i>Beobachtungen</i>	<i>Ergebnis</i>
Probe +	Ammoniak-Lösung <i>(farblos)</i>		Blaufärbung	Cupfer-II-Ionen
			anderes	keine Cupfer-II-Ionen

Probe auf Blei (Blei-II-Ionen):

	Bed.	Nachweismittel	Bed.	Beobachtungen	Ergebnis
Probe +	mit vHCl ansäuern	Sulfid-Lösung (od. Einleitung von frischen H ₂ S-Gas)		Violett-färbung	Blei-II-Ionen
		(farblos)		anderes	keine Blei-II-Ionen

Probe auf Nickel (Nickel-I-Ionen):

		Nachweismittel	Bed.	Beobachtungen	Ergebnis
Probe +		10 % Ammoniak-Lösung dazugeben	ev. DiMeGlyoxim auf Wattestäbchen auftragen und auf mit NH ₃ benetzter Oberfläche 15 s reiben	Rosafärbung	Nickel-I-Ionen
		alkoholische Dimethylglyoxim-Lösung		anderes	keine Nickel-I-Ionen
		(farblos)			

Probe auf Chlor (Chlorid-Ionen):

	Bed.	Nachweismittel	Bed.	Beobachtungen	Ergebnis
Probe +	mit vHNO ₃ ansäuern	Silbernitrat-Lösung		weißer Niederschlag	Chlorid-Ionen
		(farblos)		anderes	keine Chlorid-Ionen

Probe auf Sulfat-Ionen:

	<i>Bed.</i>	<i>Nachweismittel</i>	<i>Bed.</i>	<i>Beobachtungen</i>	<i>Ergebnis</i>
Probe +	mit vHCl ansäuern	Bariumchlorid-Lösung (<i>farblos</i>)		weißer Niederschlag	Sulfat-Ionen
				anderes	keine Sulfat-Ionen

Veraschung von Lebensmittelproben

Materialien / Geräte:

verschiedene Proben (Fleisch, Gemüse, Brot, Reis, ...); Trockenschrank od. Backofen mit Umluft; Porzelantiegel; Brenner

Durchführung / Ablauf:

- Proben auf Porzelantiegel über Nacht im Trockenschrank od. 3 – 4 Stunden im Umluftofen trocken (100 °C) trocknen
- vorgetrocknete Proben (od. schon wasserarme Proben. wie Reis usw.) im Porzelantiegel erhitzen, bis weißgraue(r) Asche / Rückstand bleibt
- statt eines Ofens kann auch ein BUNSEN-Brenner benutzt werden, dann wird solange erhitzt, bis kein Rauch mehr aufsteigt

Asche- und Wasser-Gehalt von Mehl

Materialien / Geräte:

verschiedene Mehl-Proben (; Trockenschrank od. Backofen mit Umluft; Porzelantiegel; Brenner

Durchführung / Ablauf:

- Proben abwiegen (25 g)
- Proben auf Porzelantiegel über Nacht im Trockenschrank od. 3 – 4 Stunden im Umluftofen trocken (100 °C) trocknen
- Proben erneut wiegen
- vorgetrocknete Proben (od. schon wasserarme Proben. wie Reis usw.) im Porzelantiegel erhitzen, bis weißgraue(r) Asche / Rückstand bleibt
- statt eines Ofens kann auch ein BUNSEN-Brenner benutzt werden, dann wird solange erhitzt, bis kein Rauch mehr aufsteigt
- Proben erneut wiegen

aus den Massen lassen sich der Wasser-Gehalt:

$$\text{Wassergehalt}[\%] = \frac{\text{MehlEinwaage} - \text{TrockenEinwaage}}{\text{MehlEinwaage}} 100\%$$

und der Asche-Gehalt:

$$\text{Aschegehalt}_{\text{ je } 100\text{kg Mehl}} = \frac{\text{AscheEinwaage}}{\text{MehlEinwaage}} 100 \quad \text{berechnen.}$$

Test des pH-Wertes der Verbrennungs-Asche

Materialien / Geräte:

verschiedene Asche-Proben; pH-Papier; demineralisiertes / destilliertes Wasser

Durchführung / Ablauf:

- ½ Spatel Asche in 5 ml demineralisiertem / destilliertem Wasser anlösen
- Gemisch filtrieren und Filtrat mit Indikator-Papier den pH-Wert bestimmen

Messung des Salzgehaltes

Grundlagen / Prinzipien:

Lösung mit unterschiedlich vielen gelösten Ionen zeigen unterschiedliche Leitfähigkeiten. Über eine Eichkurve (bekannte Lösungen vermessen und ein Diagramm erstellen) kann die Konzentration unbekannter Lösungen recht genau erfasst werden.

Materialien / Geräte:

Leitfähigkeits-Meßgerät (Salztester, Konduktoskop); unterschiedliche Salzlösungen bekannter Konzentrationen, Proben-Lösung (wässrige Lösung) (z.B.: Brühe, Milch, ...)

Durchführung / Ablauf:

- bekannte Salzlösungen mit Leitfähigkeits-Meßgerät vermessen und Daten in ein Diagramm (Konzentration gegen Leitfähigkeit) eintragen (→ Eichkurve)
- unbekannte Lösung vermessen und zugehörige Konzentration aus der Eichkurve entnehmen

Test auf Nitrit, Nitrat, ...

Materialien / Geräte:

wässrige Proben-Lösung; Test-Stäbchen (Schnelltests)

Durchführung / Ablauf:

- Einzeltests mit den Test-Stäbchen entsprechend der Anweisung (Packungsbeilage)

Nachweis von Natrium und Kalium in (Lebensmittel-)Asche

Grundlagen / Prinzipien:

Beim Erhitzen in der Brennerflamme geben die Elemente charakteristische Flammenfärbungen ab, die mit Spektroskopen sehr genau analysiert werden können. Aber auch schon mit bloßem Auge lassen sich viele Elemente unterscheiden. Allerdings überdecken die intensiven Emissionen des Natrium oft die anderen Flammenfärbungen. Mit Hilfe von Kobaltglas kann das Natrium-Leuchten herausgefiltert werden.

Element	Flammenfärbung
Natrium	gelb

Element	Flammenfärbung
Kalium	violett

Materialien / Geräte:

Asche-Proben (Gemüse-Aschen besonders gut geeignet); verdünnte Salzsäure, Tüpfelplatte; Magnesia-Stäbchen; Brenner, Kobaltglas

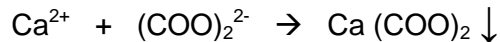
Durchführung / Ablauf:

- Asche-Probe auf Tüpfel-Platte geben und mit 1 Tropfen Salzsäure verteilen
- Magnesia-Stäbchen ausglühen und abgekühltes Stäbchen in Asche-Teig eintauchen
- Magnesia-Stäbchen in die Flamme halten; Flammenfarbe beobachten; Versuch wiederholen und als Lichtfilter das Kobaltglas benutzen
- für den nächsten Versuch Spitze des Magnesia-Stäbchen abbrechen (z.B. mit Zange)

Nachweis von Calcium in (Lebensmittel-)Asche

Grundlagen / Prinzipien:

Calcium-Ionen bilden mit Oxalat-Ionen einen farblosen Niederschlag:



Materialien / Geräte:

Asche-Proben (beonders gut geeignet sind Aschen von Gemüse und Fleisch); destilliertes / demineralisiertes Wasser, verdünnte Salzsäure, Phenolphthaleïn; verdünnte Ammoniak-Lösung; Kaliumoxalat-Lösung

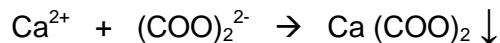
Durchführung / Ablauf:

- 1 Spatel Probe mit 4 ml demineralisiertem Wasser vermischen und mit 5 Tropfen Salzsäure ansäuern
- Gemisch filtrieren; Filtrat mit 1 – 2 Tropfen Phenolphthaleïn versetzen
- mit Ammoniak-Lösung bis zur gerade bleibenden Violett-Färbung neutralisieren
- 1 Tropfen Salzsäure zusetzen (Probe-Lösung muss leicht sauer sein!)
- 5 Tropfen Kaliumoxalat zusetzen

Nachweis von Calcium in Milch

Grundlagen / Prinzipien:

Calcium-Ionen bilden mit Oxalat-Ionen einen farblosen Niederschlag:



Materialien / Geräte:

Milch-Proben; verdünnte Salzsäure, Phenolphthaleïn; verdünnte Ammoniak-Lösung; Kaliumoxalat-Lösung

Durchführung / Ablauf:

- Probe mit 5 Tropfen Salzsäure ansäuern; stehen lassen bis Caseïn deutlich ausflockt
- Gemisch filtrieren; Filtrat mit 1 – 2 Tropfen Phenolphthaleïn versetzen
- mit Ammoniak-Lösung bis zur gerade bleibenden Violett-Färbung neutralisieren
- 1 Tropfen Salzsäure zusetzen (Probe-Lösung muss leicht sauer sein!)
- 5 Tropfen Kaliumoxalat zusetzen

Funktionsweise eines Back-Pulvers

Materialien / Geräte:

Gasentwickler (Stand-Rundkolben mit seitlichem Ansatz; Tropftrichter) mit Druckausgleich, pneumatische Wanne; großer Messzylinder; Backpulver

Durchführung / Ablauf:

- pneumatische Wanne ($\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$) und Messzylinder ganz mit Wasser füllen; Messzylinder zum Gasauffang in der pneumatischen Wanne positionieren
- Gasentwickler mit 1 Tüte Backpulver und Tropftrichter mit Wasser füllen
- alles verschließen und Gasaustritt unter Messzylinder positionieren
- Wasser zum Backpulver laufen lassen
- bestimmen Sie das gebildete Volumen und die Art des Gases (Glimmspan-Probe und Brennbarkeit (brennenden Kerzenstummel in Becherglas; Gas in das Becherglas "gießen" und / oder Meßzylinder über einen Kerzenstummel stülpen)

Zusatzuntersuchung:

- prüfen Sie das abreagierte Backpulver-Wassergemisch mit LUGOLscher Lösung (Iod-Kaliumiodid-Lösung) (Welche Funktion könnte der nachgewiesene Stoff im Backpulver haben?)

Herstellung eines Back-Pulvers

Aufgabe:

Berechnen Sie, in welchem Verhältnis Sie Natriumhydrogencarbonat und ein Säuerungsmittel (wahlweise Zitronensäure, Weinsäure, Dinatriumdihydrogendiphosphat od. Monocalciumorthophosphat) mischen müssen, um ein möglichst effektives Back-Pulver herzustellen! Berechnen Sie das zu erwartende Volumen Kohlendioxid beim Einsatz von 10 g Natriumcarbonat!

Materialien / Geräte:

Waage, oben genannte Chemikalien (nach Angebot);

Durchführung / Ablauf:

- Stellen Sie aus 10 g Natriumcarbonat ein Back-Pulver her!
Experiment für draußen (Rasenfläche od.ä.):
- Füllen Sie das Pulver in eine Plaste-Einwegflasche; gießen Sie 300 ml Wasser dazu und verschließen Sie diese mit einem alten Weinflaschen-Korken (nicht zu fest!); Entfernen Sie sich von der Flasche → Deckung!!!

Zusatzuntersuchung:

- bauen Sie sich eine Abschusseinrichtung (Plasterrohr (Abwasser- oder Regenwasser-Rohr aus dem Baumarkt); Durchmesser wenig weiter, als Plaste-Flasche(n)); Rohr in die Erde eindrehen
 - Flasche mit Pulver und Wasser präparieren, verschließen und mit dem Verschuß (Korken) nach unten in das Abschussrohr geben (entweder von unten reinstecken und Rohr wieder in die Erde drehen od. bei kürzeren Rohren auch von oben einfüllen)
- Sieger ist, wessen Flasche am höchsten fliegt! Für spektakuläre Effekte gibt es Extrapunkte!

Grundlagen / Prinzipien:

Materialien / Geräte:

Durchführung / Ablauf:

-

Zusatzuntersuchung:

-

Hinweise:

-

Aufgaben (zum Thema Mineralstoffe)

1. Für einen 70 kg schweren menschlichen Körper hat man die nachfolgenden Metall-Mengen analysiert.

Element	m [g]
Aluminium	0,061
Calcium	1'000
Chrom	14
Cobalt	0,003
Eisen	4,2
Gold	0,01

Element	m [g]
Kalium	140
Kupfer	0,072
Magnesium	25
Mangan	0,012
Molybdän	0,005
Natrium	100
Nickel	0,001

Element	m [g]
Quecksilber	0,013
Selen	0,013
Silber	0,001
Silicium	1,4
Vanadium	0,02
Zink	2,3
Zinn	0,02

Daten nach: EMSLEY: Sonne, Sex und Schokolade – Mehr Chemie im Alltag.-Wiley-VCH Verl. (2003); en.wikipedia.org

- Berechnen Sie zuerst die Menge Metall pro kg Körpermasse (Körpergewicht) für jedes der Elemente!
- Ermitteln Sie den Metall-Gehalt Ihres Körpers (Ihre Körpermasse können Sie auf glatte 5 kg abrunden, wenn Sie wollen!)
- Informieren Sie sich über den aktuellen Weltmarkt-Preis für jedes Metall und berechnen Sie Ihren "Weltmarkt-Metall-Wert"!

2. Wie ändert sich der Preis des Menschen, wenn man die wichtigsten Nichtmetalle mit in die Rechnung einbezieht? Schätzen Sie vorher!

Element	m [g]
Chlor	700
Cohlenstoff	19'600
Phosphor	700

Element	m [g]
Sauerstoff	39'270
Schwefel	140

Element	m [g]
Stickstoff	1'400
Wasserstoff	6'510

3.

für die gehobene Anspruchsebene:

Exkurs: orthomolekulare Medizin

Behandlung mit hochdosierten Mineralstoffen (Elementen) und Vitaminen

kaum nachgewiesene Wirkungs-Mechanismen

für ganz viele Mineralstoffe wird schon in den relativen Über-Konzentrationen (weit unter der Behandlungs-Menge) eine Erhöhung von verschiedensten Erkrankungen diskutiert

bei einzelnen Mineralstoffen und Vitaminen (z.B. Vitamine A und E) sind erhöhte Krankheitsrisiken beobachtet worden

eine Patientin wurde von fünf verschiedenen Ärzten (Schwerpunkt orthomolekulare Medizin) mit fünf völlig verschiedenen hochdosierten Präparaten (einzelnen oder kombinierten Mineralstoffen und Vitaminen) behandelt

eine echte Erkrankung lag nicht vor, die Laborwerte waren nur leicht von der Norm abweichend (zumindestens bei vier der fünf Ärzte besteht der verstärkte Verdacht, dass sie an den über-tauerten Spezial-Präparaten mit verdienen (25 – 40 %)); die meisten Präparate sind nur mit Privat-Verschreibung / -Rezept erhältlich (sie müssen in den meisten Fällen selbst bezahlt werden (nur wenige private Krankenkassen bezahlen solche Behandlungen)) (zumeist ein Zeichen dafür, dass zumindestens Bedenken hinsichtlich der Effektivität einer solchen Behandlung besteht)

von / vor der Einnahme von von Vitamin- und Mineralstoff-Präparaten – besonders vor hoch-dosierten Applikationen – wird hier ausdrücklich abgeraten und gewarnt

Ausnahmen bestehen immer dann, wenn echte Mangel-Erkrankungen oder Krankheitsbedingte Therapie-Pläne vorliegen; abgesehen von genetischen Dispositionen sind solche Behandlungen dann eher kurzfristig (den Mangel ausgleichend)

ganz besonders bei vorbeugender Einnahme sollte der Hausarzt oder ein anderer Facharzt konsultiert werden und die Behandlung Labor-mäßig beobachtet werden

ein Übersteigen der "normalen" Werte (z.B. im Blut oder Urin) ist im Normalfall unbedingt zu vermeiden

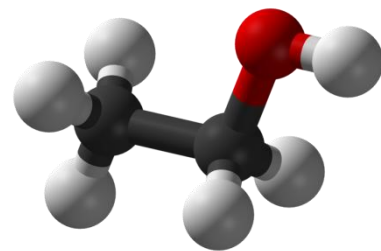
3.8. weitere Inhaltsstoffe (Einzelstoffe)

3.8.1. Ethanol (Trinkalkohol, Alkohol)

vorbereitende Aufgabe:

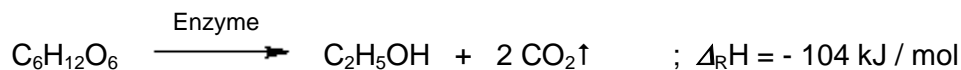
Untersuchen Sie in Arbeitsteilung die Etiketten verschiedener Lebensmittel (Nahrungs- und Genussmittel!) hinsichtlich des ausgewiesenen Ethanol-Gehaltes!

Ältere Namen für diese Substanz sind Weingeist, Äthylalkohol, Ethylalkohol, Trinkalkohol. Alle sind mehr oder weniger gebräuchlich. Nach den gültigen Namensregeln heißt die Substanz Ethanol.



Q: commons.wikimedia.org (Benjah-bmm27)

Für Trinkzwecke ist nur natürlich entstandener Alkohol zulässig. Der Herstellungsweg ist die alkoholische Gärung. Neben Hefe-Pilzen können viele andere – vor allem anaerob (ohne Sauerstoff) lebende Einzeller – die alkoholische Gärung durchführen. Sie benötigen dafür einige bestimmte Enzyme.



Ausgangsstoff ist Glucose. Andere Zucker (Kohlenhydrate, Saccharide) müssen erst zu Glucose oder Fructose umgebaut bzw. abgebaut werden. Einige Zucker sind nicht zu Ethanol vergärbar.

3.8.1.3. Ethanol-haltige Getränke

3.8.1.3.1. Wein

Wein ist ein aus frischen (Wein-)Trauben hergestelltes vergorrenes, Alkohol-haltiges Getränk.

Most ist der frische, süße und trübe Saft der Weinbeeren (Weintrauben), er enthält kein Trester und wird üblicherweise durch die Maische gewonnen, der natürliche Alkohol-Gehalt liegt unter 0,5%

je nach Zeitpunkt der Ernte und Sortierung (Lese) werden verschiedene Lese-Arten für die Trauben definiert

Lese-Art	Beschreibung	Bemerkungen
Normallese	in der "Herbstordnung" festgelegter allgemeiner Beginn der Lese	
	beginnt 7 Tage nach der Normallese	
	ist eine Negativ-Auslese; es werden die nichtreifen, faulen und kranken Beeren aussortiert	
	ist eine Positiv-Auslese, bei der nur die überreifen und edelfaulen Beeren weiterverwendet werden	
	es werden nur die Rosinen-artigen Beeren verwendet	
	es werden nur Beeren verwendet, die bei -7°C am Rebstock gefroren sind und in diesem Zustand weiterverarbeitet (gekeltert) werden	

Rebsorte (Weißwein)	Geschmacks- und weitere Merkmale	Bemerkungen / Verwendung
Gewürztraminer Roter Traminer	würzig, kräftig; Rosen-Bukett kräftige Farbe	
Gutedel	mild, leicht nussiges Aroma sehr bekömmlich	
Kerner	frisch, feinfruchtig, leichtes Muskat-Aroma	
Morio-Muskat	würziges Lavendel-Aroma, deutlicher Muskat-Geschmack	
Müller-Thurgau	feinblumig, mild, wenig Säure, zarter Muskat-Geschmack	
Riesling	rassig, feiner Frucht-Geschmack, zarter Duft nach Äpfel und Pfirsich	
Scheurebe	fruchtig bis pikant, würziger Duft nach Schwarzen Johannesbeeren	
Silvaner	zarter Duft von frischem Grün, feinblumig, sehr bekömmlich	klassischer Menü-Wein
Weißburgunder	feinfruchtig, angenehme Säure, zarter Apfel-Duft	

Rebsorte (Rotwein)	Geschmacks- und weitere Merkmale	Bemerkungen / Verwendung
Dornfelder	farbintensiv, Geschmack in Richtung reifer Holunder	
Portugieser	feinfruchtig, dezenter Duft, wenig Säure	
Schwarzriesling Müllerrebe	sehr fruchtig, zarter Duft nach Schattenmorellen, leichtes Bittermandel-Aroma	
Spätburgunder	farbintensiv, eleganter Duft von reifen Waldbeeren, leichtes Mandel-Aroma	

Qualitätsstufen

Qualitätsstufe	Beschreibung / Eigenschaften	Bemerkungen
Deutscher Tafelwein	frisch, leicht, für den großen Durst nur von deutschen Anbauflächen	bei ländlichen Speisen / Mahlzeiten "Wasser"-Ersatz direkt in der Anbauregion (so- zusagen Haus-eigene Weine)
Deutscher Landwein	wie Dt. Tafelwein Anbaufläche genauer eingegrenzt	gehobene Landweine
Qualitätswein		
Qualitätswein bestimm- ter Anbaugebiete (QbA)	Gebiets-typisch, stammen aus den 13 definierten deutschen Anbau- gebieten bekommen nach jährlicher Prüfung eine AP-Nr.	eine Anreicherung mit Zucker (Chaptalisierung) vor der Gä- rung ist zulässig (um "eine gleich bleibende Qualität" zu sichern)
Qualitätswein mit Prädik- at	höhere Anforderungen als an die Qualitätsweine, Trauben nur aus einem enger umrissenen Her- kunftsbereiches eines Weinbau- Gebietes sensorische Prüfung auf Quali- tätsmerkmale (Jahrgang, Rebsorte, Herkunft)	

Prädikate

Prädikat	Beschreibung / Eigenschaften	Bemerkungen
Kabinett		
Spätlese		
Auslese		
Beerenauslese		
Trockenbeerenauslese		
Eiswein		

Dessertweine (Südweine) stammen aus Portugal, Spanien, Italien oder Griechenland, höhere
Alkohol-Gehalte um 15 – 22 Vol%
Beispiele: Sherry, Portwein, Malaga, Samos, Madeira

Schaumweine sind Kohlensäure-haltige Weine, die im Glas schäumen (moussieren)
verschiedene Herstellungsformen
Fassgärung
Flaschengärung
auch nach Qualitätsstufen unterschieden, Qualitäts-Schaumwein wird auch als Sekt bezeichnet
geschützter Schaumwein "Champagner" nur aus der Region Champagne in Frankreich

3.8.1.3.2. Bier

Bier ist ein Cohlensäure-haltiges Getränk, dass aus Wasser, vermälztem Getreide (meist Gerste od. Weizen), Hopfen und Hefe hergestellt wird.

Reiheitsgebot von 1516

in der EU nicht bindend

von deutschen Brauereien werden aber weiterhin nur nach dem Reiheitsgebot gebraute Biere angeboten; vom Kunden auch so akzeptierter und begrüßter Qualitäts-Anspruch

nach Hefe-Art

- obergäriges Bier
- untergäriges Bier

nach dem Stammwürze-Gehalt

- 0 – 7 % → Biere mit niedrigem Stammwürze-Gehalt
- 7 – <11 % → Schankbiere
- 11 – <16 % → Vollbiere
- 16 % – → Starkbiere

Bier-Sorten

- Alt (obergäriges, dunkel-Bernstein-farbenes Bier (Region: Düsseldorf, Niederrhein))
- Bock (starkes, untergäriges, Gold-farbenes bis dunkelbraunes Bier, aus Gersten-Malz hergestellt, 6,25 Vol% Alkohol)
- Doppelbock (sehr starkes Bier (Region: Süddeutschland))
- Export (untergäriges, helles, Malz-betontes, wenig herbes Bier)
- Pilsner / Pilsener / Pils (spritzig frisches Hopfen-Aroma)
- Weizenbier / Weißbier (obergäriges Bier, aus Weizen-Malz hergestellt)
- Leichtbier
- Diätbier (auch für Diabetiker geeignet, sehr stark vergoren (dadurch Rest-Gehalt an Kohlenhydraten sehr gering), Alkohol-Gehalt auf 5 Vol% reduziert)
- Alkohol-freies Bier (Gärung wird bei sehr geringem Ethanol-Gehalt gestoppt oder der Alkohol über physikalische Verfahren nachträglich entfernt; Alkohol-Gehalt bis 0,5 % ???)
-

Bierherstellung, -zusammensetzung

Produktion, Begriffe, ...

Bioalkohol

in OEHMICHEN, S. 363 ff.

3.8.1.3.3. Spirituosen

Spirituose	Herkunft / Ausgangsmaterial Zusammensetzung	Beschreibung / Merkmale	Bemerkungen
Aquavit	Branntwein Kräuter- und Kümmel-Destillat	37,5 Vol%	sehr kalt genießen
Armagnac	Frankreich Weinbrand	40 Vol%	
Cognac	Frankreich Weinbrand	40 Vol%	
Doppelkorn Kornbrand	meist aus Roggen od. Weizen, aber auch andere Getreide möglich	38 Vol%	
Gin	Alkohol und Wacholder-Destillat	37,5 Vol%	
Himbeergeist	aus Himbeeren mit Alkohol destilliert	37,5 Vol%	
Korn	meist aus Roggen od. Weizen, aber auch andere Getreide möglich	32 Vol%	
	aus vergorener Kirsch-Maische	37,5 Vol%	
Rum	Branntwein aus Zuckerrohr	37,5 – 80 Vol%	
Weinbrand	aus Wein destilliert	36 Vol%	
Whisky Whiskey	aus Getreide	40 Vol% lange Lagerung in ausgedienten Weinfässern	
Wodka	aus Getreide oder Kartoffeln	37,5 Vol%	

alkoholische Mischgetränke

Mischgetränk	Zusammensetzung	Beschreibung Merkmale	Bemerkungen
Bowle	Wein, Schaumwein, Früchte, ev. Zucker, selten harte Spirituosen	Kaltgetränk erfrischend	Partygetränk kann auch Alkoholfrei zusammengestellt werden
Glühwein	Rotwein, Gewürze, ev. Früchte, Zucker; ev. noch Schuß (+Spirituose)	Heißgetränk	
Grog	Wasser, Rum, Zucker	Heißgetränk	"Rum muß, Wasser kann, Zucker muß nicht!"
Tee mit Rum			

3.8.2. physikalische und chemische Eigenschaften von Ethanol

3.8.3. biologische Eigenschaften von Ethanol und deren Bedeutung

$$\text{AlkoholGehalt}[g] = \frac{\text{Volumen}[ml] \cdot \text{VolumenProzentGehalt}[Vol\%] \cdot 0,8}{100}$$

$$\text{BlutAlkoholGehalt}[\%] = \frac{\text{AlkoholGehalt}[g]}{\text{KörperMasse}[kg] \cdot \text{ReduktionsFaktor}}$$

ReduktionsFaktor:
Frauen: 0,6
Männer: 0,7

Abbaurrate bei Männern rund 0,1 g / kg [KM] h; bei Frauen 0,08 g / kg [KM] h

3.8.4. technologische Eigenschaften von Ethanol und deren Nutzung

Lösungsmittel

Geschmacks-Träger

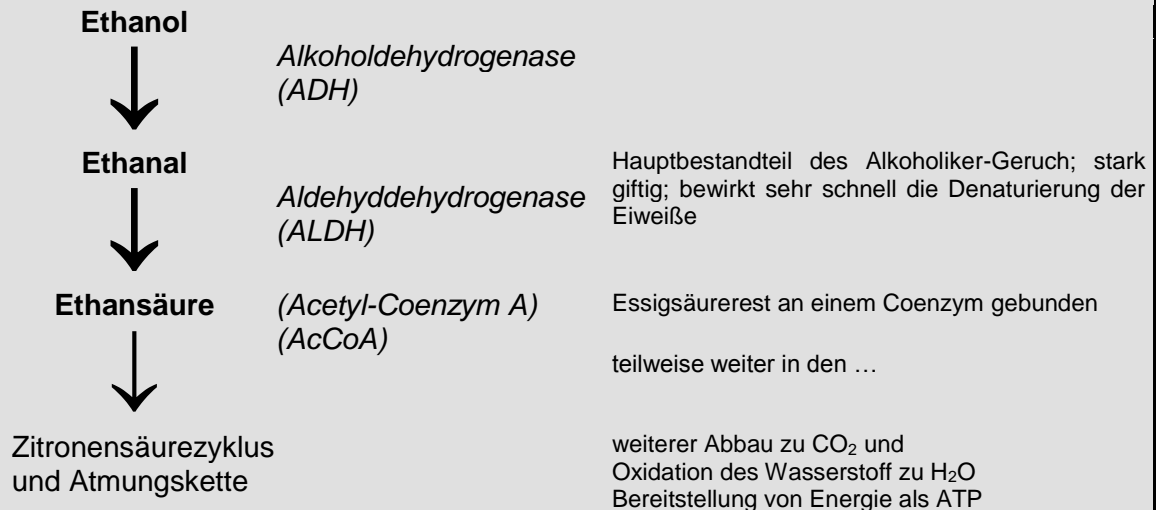
psychologische Wirkung
anregend und entspannend

Giftigkeit
toxisch, Nerven-Gift

Exkurs: Stoffwechselwege des Ethanols (Ethanol-Entgiftung)

In der Leber und in den meisten Körperzellen verfügen wir über 3 Enzymbestecke, um den Giftstoff Ethanol schnellstmöglich (mit erhöhter Priorität) aus dem Körper zu entfernen:

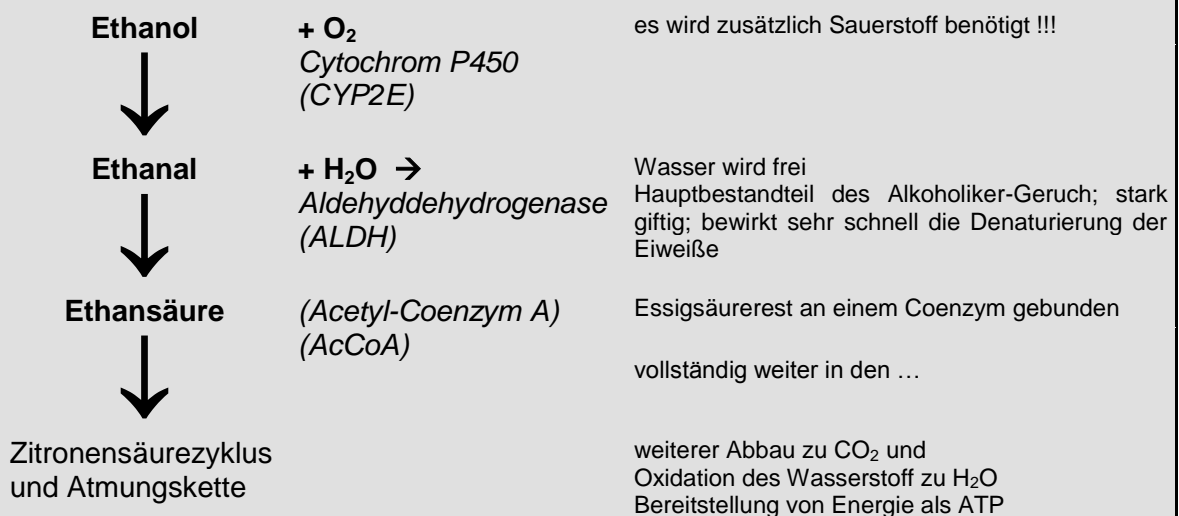
- **Alkoholdehydrogenase** (Abbau zu Ethanal (Acetaldehyd) und Ethansäure (Acetat), Acetat wird in die normale Energiegewinnung (Zitronensäurezyklus → Atmungskette) eingeschleust). Dieser Alkoholabbau findet vorrangig in der Leber, aber auch in Niere, Darm und Lunge statt. Es werden kleine Mengen an Ethanol sehr schnell abgebaut:



Das zweite Enzymbesteck ist für größere Mengen bzw. bei dauerhaft erhöhten Konsummengen zuständig. Es befindet sich in den Mitochondrien:

- **Cytochrom P450** früher: **MEOS** (Microsomal Ethanol Oxidizing System)

Das Zytochrom-System ist besonders anpassungsfähig. Je mehr und je regelmäßiger Ethanol genossen wird, umso schneller baut das Enzym den Alkohol ab. Alkoholikern müssen deshalb immer mehr Alkohol trinken, um den gleichen Blutalkohol-Wert zu erzielen. Neben Sauerstoff wird auch noch ein weiterer zellinterner Stoff (Co-Enzym: NADP+H⁺) benötigt. Beim Alkoholabbau entsteht ein Mangel an diesem Stoff. Da der Alkohol aber vorrangig verarbeitet wird (Entgiftung), wird das Coenzym aus anderen Prozessen abgezogen. Bei langfristigen und großmengenigen Alkoholkonsum kann es zu schweren Stoffwechselschäden (Lactatazidose, Hyperurikämie, Hypoglykämie, ...) kommen.

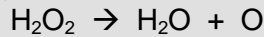


Das Zytochrom spielt auch eine entscheidende Rolle in der Entgiftung und beim Abbau von Drogen und Medikamenten. Deshalb kommt es verschiedentlich zu unkontrollierbaren Wechselwirkungen zwischen Alkoholkonsum und Medikamenten- und / oder Drogeneinnahme.

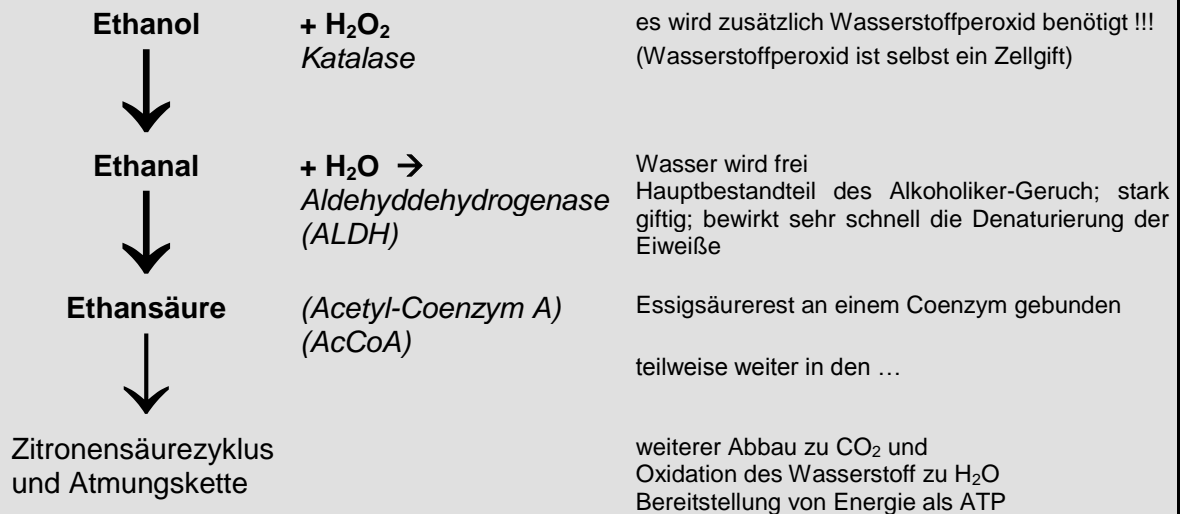
Weniger bedeutsam ist das dritte Enzymbesteck:

- **Katalase**

Die Katalase befindet sich zum größten Teil in den sogenannten Peroxisomen – kleinen blasenartigen Gebilden innerhalb des Zellplasmas. Die Katalase ist besonders für die Entsorgung des Wasserstoffperoxids wichtig. Wasserstoffperoxid ist ein gefährliches Zellgift, da es in Wasser und Sauerstoff-Radikale zerfällt.



Radikale sind sehr reaktionsfreudig und wirken oxidierend, was zumeist mit der Zerstörung der Stoffen oder Enzyme verbunden ist.



3.8.5. Nachweise für Ethanol

3.8.5.1. qualitative Nachweise

3.8.5.2. quantitative Nachweise

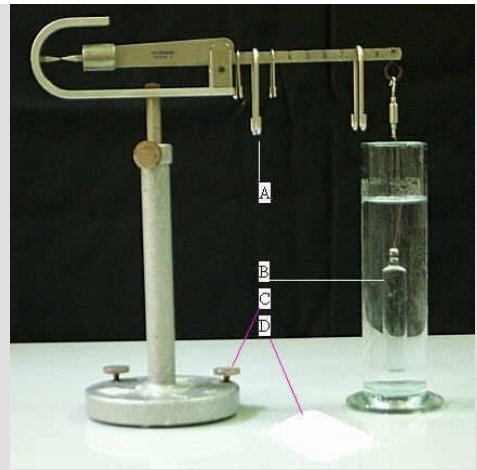
Messung des OECHSLE-Grads mit Hilfe eines Refraktometers (Safttropfen einer zerdrückten Beere) oder mit der Senkwaage (Aräometer) im Most

Exkurs: Aräometer (Senkwaage)



Aräometer
Q: de.wikipedia.org
(Gmhofmann)

ebenfalls nach dem ARCHIMEDISschen Prinzip funktioniert die MOHRsche bzw. MOHR-WESTPAHLsche Waage



MOHR-WESTPFALSche Waage
Q: de.wikipedia.org
(Kurmis)

Exkurs: Refraktometer

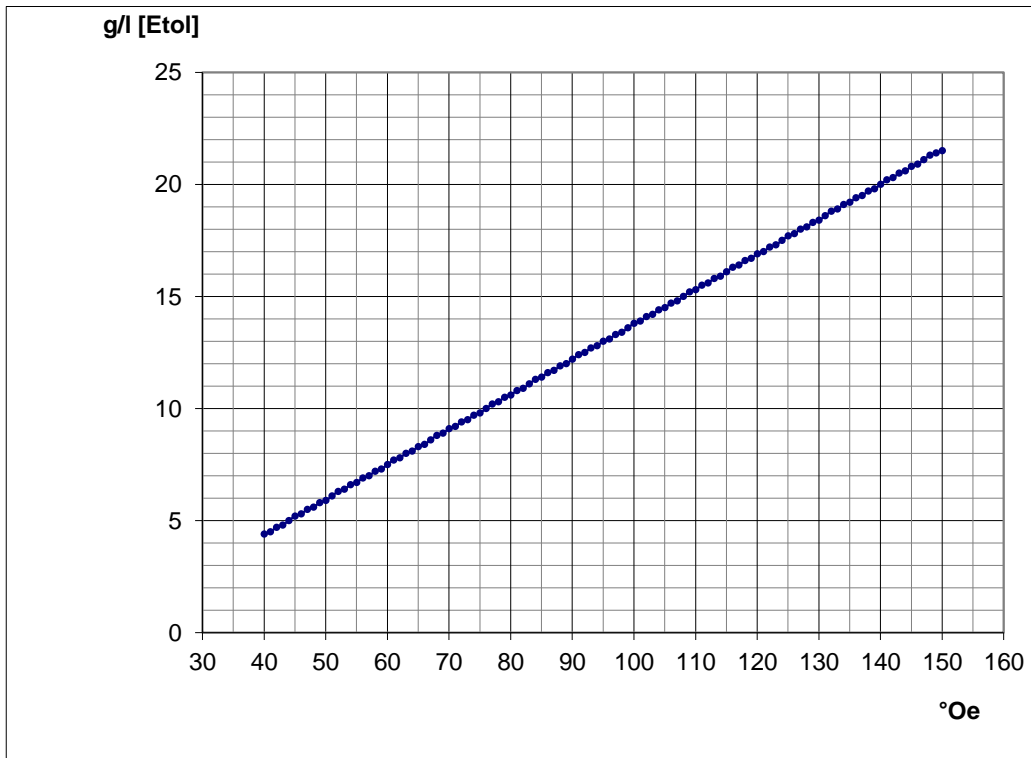
Umrechnung des Grad OECHSLE in natürlichen Alkoholgehalt

praktisch ist die Formel:

$$1^{\circ}Oe = 1 \frac{g}{l} [Etol]$$

gebräuchlich und näherungsweise genau

für exakte Umrechnung muß der folgende Graph bzw. eine entsprechende Tabelle verwendet werden



zugrunde liegt die exakte Formel:

$$y \frac{g}{l} [Etol] = 1,562 \cdot x^{\circ Oe} - 1,8694$$

weitere praktische Formeln und Umrechnungen:

$$1^{\circ Oe} = 0,125 \text{ Vol\% [Etol]}$$

$$1 \text{ Vol\% [Etol]} = 8^{\circ Oe}$$

$$1 \frac{g}{l} [Etol] = 0,125 \text{ Vol\% [Etol]}$$

$$1 \text{ Vol\% [Etol]} = 8 \frac{g}{l} [Etol]$$

$$BA[\text{‰}] = \frac{m_{Etol} [g]}{m_{Körper} [kg] \cdot 0,7}$$

BA...Blutalkohol

3.8.1.x. Experimente zu und mit Ethanol

Mischung von Ethanol und Wasser

Materialien / Geräte:

Brennspiritus; Wasser; Messzylinder 100 ml + 200 ml

Durchführung / Ablauf:

- messen Sie 100 ml Wasser in einem 100 ml-Meßzylinder ab und überführen Sie den Inhalt in den 200er Zylinder (prüfen Sie das Volumen im großen Zylinder (Sind es immer noch 100 ml?))
- messen Sie dannach 100 ml Brennspiritus ab und überführen Sie diese ebenfalls in den großen Zylinder
- lesen Sie das Mischungsvolumen sehr genau ab
- wiederholen Sie den versuch, in dem Sie die Reihenfolge umkehren

Brennbarkeit verschiedener Ethanol-Wasser-Gemische

Materialien / Geräte:

Brennspiritus; Wasser; ev. alkoholische Getränke (versch. Rum-Sorten, Weinbrand, Wodka, Wein, weinhaltige Getränke, Alkopops, ...); Porzellan-Schalen; Streichhölzer; ev. Aräometer od. MOHRsche Waage

Durchführung / Ablauf:

- Mischungsreihe (0, 20, 40, 60, 80 u. 96% Ethanol; ev. auch in 10er Schritten) herstellen; je eine kleine Probe (1 ml) in ein Porzellan-Schälchen füllen
- mit brennendem Streichholz Zündversuch durchführen
- ev.: 1 ml eines alkoholischen Getränkes (1 ml) in ein Porzellan-Schälchen füllen und Zündversuch durchführen

Durchführung / Ablauf:

- mit Aräometer die Dichte der Gemische ausspindeln (Temperatur-Vorgaben beachten!)

Oxidation eines Alkohols

Materialien / Geräte:

Propanol (iso-Propanol; Propyl-Alkohol) oder Butanol (iso-Butanol; Butyl-Alkohol) (!!!wegen der geringeren Entzündungsgefahr); dicker Cupfer-Draht od. Cupfer-Blechstreifen

Durchführung / Ablauf:

- mit dem Alkohol Probe auf Aldehyd durchführen (z.B. FEHLINGsche Probe, TOLLENS-Probe od. SCHIFFsche Probe)
- im Becherglas den Alkohol erwärmen; mehrfach Cupfer in der Brennerflamme zum Glühen bringen und in den Alkohol tauchen
- mit dem Versuchsprodukt nochmals Probe auf Aldehyd durchführen

Grundlagen / Prinzipien:

Materialien / Geräte:

Durchführung / Ablauf:

-

Zusatzuntersuchung:

-

Hinweise:

-

Grundlagen / Prinzipien:

Materialien / Geräte:

Durchführung / Ablauf:

-

Zusatzuntersuchung:

-

Hinweise:

-

9. Literatur und Quellen

- /1/ BELITZ, Hans-Dieter; GROSCH, Werner:
Lehrbuch der Lebensmittelchemie.-3. überarb. Aufl.-Berlin, Heidelberg, New York, London; Paris, Tokyo: Springer, 1987
ISBN 3-540-16962-8
- /2/ FÜRST, Werner; SCHULER, Konrad:
Gastgewerbliche Berufe - Restaurantfachmann Restaurantfachfrau - Grund- und Fachstufe.-Bad Homburg vor der Höhe: Verl. Gehlen, 1997
ISBN 3-442-92650-1
- /3/ Ernährungslehre - zeitgemäß, praxisnah.- Hannover: Schroedel Schulbuchverl., 1990
ISBN 3-441-91392-2
- /4/ SCHLIEPER, Cornelia A.:
Ernährung heute.- 6. überarb. Aufl.-Hamburg: Verl. BÜchner, Verl. Handwerk und Technik, 1994
ISBN 3-582-04474-2
- /5/ SCHLIEPER, Cornelia A.:
Arbeitsbuch Ernährung.-4. überarb. u. erw. Aufl.-Hamburg: Verl. BÜchner, Verl. Handwerk und Technik, 1986
ISBN 3-582-04473-4
- /6/ BOTSCH, Walter; HÖFLING, Erich; MAUCH, Jürgen:
Chemie in Versuch, Theorie und Übung.- 2. Neubearb. Aufl.- Frankfurt am Main, Aarau: Verl. Diesterweg, Verl. Sauerländer; 1984
ISBN 3-425-95421-0, ISBN 3-7941-2522-3
- /7/ LIBBERT, Eike:
Kompendium der Allgemeinen Biologie.-2. durchges. Aufl.-Jena: Fischer Verl.; 1977
- /8/ KEUNE, Hans (Hrsg.):
Taschenlexikon Chemie.- 1. Aufl. - Leipzig: Dt. Verl. f. Grundstoffind.,1989
ISBN 3-342-00225-5
- /9/ LATSCHA, Hans Peter; KLEIN, Helmut Alfons:
CHEMIE - Basiswissen; Anorganische Chemie, Organische Chemie, Analytische Chemie.- Berlin, Heidelberg: Springer-Verl.,
ISBN -99534-X
- /10/ SCHARF, Karl-Heinz; WEBER, Wilhelm:
Stoffwechselphysiologie - Materialien für den Sekundarbereich II - Biologie.- Neubearbeitung, Hannover: Schroedel-Schulbuchverl., 1992
ISBN 3-507-10515-2
- /11/ BRAUNE, Wolfram; LEMAN, Alfred; TAUBERT, Hans:
Pflanzenanatomisches Praktikum I - Einführung in die Anatomie der Vegetationsorgane der Samenpflanzen.- 4. bearb. Aufl.- Jena: Fischer Verl. 1983
- /12/ Alternative Wege bewusster Ernährung
aid Verbraucherdienst informiert Heft-Nr. 1131/1995

- /13/ Essen geht durch den Magen - Die kleine Ernährungslehre
aid Verbraucherdienst informiert Heft-Nr. 1231/1995
- /14/ POLLMER, Udo; WARMUTH, Susanne:
Lexikon der populären Ernährungsirrtümer – Mißverständnisse, Fehlinterpretationen und
Halbwahrheiten.-Frankfurt a. M.: Eichborn Verl. AG 2000
- /15/ BARTELS, Heinz; BARTELS, Rut:
Physiologie – Lehrbuch und Atlas – 4. überarb. Aufl.-München, Wien, Baltimore: Urban
& Schwarzenberg, 1991
ISBN 3-541-09054-5
- /16/ Lexikon Medizin.- Weyarn: Seehamer Verl.
ISBN 3-929626-45-4
- /17/ Tabellenbuch Chemie.-8., überarb. Aufl.-Leipzig: Dt. Verl. f. Grundstoffindustrie, 1980
- /18/ SCHENCK, Martin; KOLB, Erich:
Grundriss der physiologischen Chemie für Veterinärmediziner, Humanmediziner und Bi-
ologen.-5. Aufl.-Jena: G. Fischer Verl.; 1964
- /19/ ERHARD, Hubert:
Tierphysiologisches Praktikum.-Jena: Verl. v. G. Fischer; 1916
- /20/ STREMPPELL, Walter; KOCH, Albert:
Elemente der Tierphysiologie – Ein Hilfsbuch für Vorlesungen und praktische Übungen
an Universitäten und höheren Schulen sowie zum Selbststudium – für Zoologen und
Mediziner.-Jena: Verl. v. G. Fischer, 1923.-2., Neubearb. u. erw. Aufl.
- /21/ OEHMICHEN, Jobst:
Chemie für Landwirte.-Alfeld-Hannover: Verl. M. & H. Schaper; 1989.-2. überarb. u. erw.
Aufl.
ISBN 3-7944-0147-6
- /22/ Bäckerei Konditorei – Verkauf – Grund- und Fachstufe.-Berlin: Cornelsen Verl.;1995.-1.
Aufl.
ISBN 3-464-44202-0

/18/

/18/

Die Clipart's entstammen den folgenden Sammlungen:

/A/ microsoft-WORD (R) verschiedene Versionen

/B/

/C/

Die Molekül-Modelle basieren auf:

- RASMOL für Windows
- UnitedDevices / BOINC (Bildschirmschoner, verschiedene Projekte (LigantFit, Rosetta, QMC, ...))

Die anderen Abbildungen und Schemata gehören: lern-soft-projekt

⌘-	(c,p)1998 - 2015 lern-soft-projekt: draws	-⌘
⌘-	18069 Rostock; Luise-Otto-Peters-Ring 25	-⌘
⌘-	Tel/AB (0381) 760 12 18 FAX 760 12 11	-⌘