

# Ernährungslehre

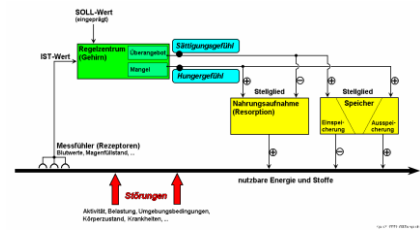
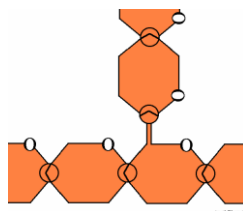
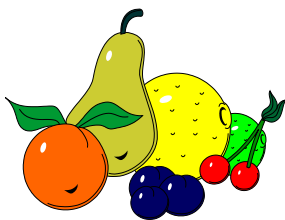
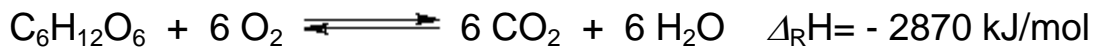
für die Sekundarstufe II  
(Fachoberschule, Fachgymnasium, Gymnasium)

## Lebensmittel und ihre Bestandteile

Teil 3: Alkaloide, Farbstoffe, Konservierung und Konservierungsstoffe, Zusatzstoffe, ..., Rückstände, Kontaminierungen, Verseuchungen, Hygiene, Energie und gesunde Ernährung

Autor: L. Drews

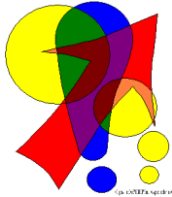
The collage includes: a person at a kitchen counter; a test tube with purple liquid; a human torso showing the digestive system with labels: Speicheldrüsen, Speiseröhre, Leber, Magen, Bauchspeicheldrüse, Gallenblase, Zwölffingerdarm, Dickdarm, Blinddarm, Wurmfortsatz, Dünndarm, Enddarm, After; chemical structures of glucose (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) and stearic acid (C<sub>18</sub>H<sub>36</sub>O<sub>2</sub>); a balance scale; a flask with a blue liquid and a reaction; and a metabolic pathway diagram showing the conversion of Glucose to Brenztraubensäure (lactic acid) through various enzymatic steps.



V. 3.4 (2015)

**Legende:**

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

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

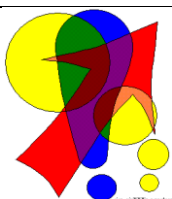
- (1) Dieses Skript (Werk) wird zur freien Nutzung in der angebotenen Form durch den Anbieter (lern-soft-projekt) bereitgestellt. Es kann unter Angabe der Quelle und / oder des Verfassers gedruckt, vervielfältigt oder in elektronischer Form veröffentlicht werden.
- (2) Das Weglassen von Abschnitten oder 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.

<b>public domain</b> (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.	
<b>creative commons</b> (cc) 	od. neu  ... Namensnennung; ... unter gleichen Bedingungen;	... nichtkommerziell; ... in der gleichen Form
 <b>gnu free document licence</b> (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
<b>3.9. Alkaloide</b> .....	<b>6</b>
3.9.1. Coffein .....	7
3.9.2. Theobromin.....	8
3.9.3. Theophyllin.....	9
3.9.x. weitere Alkaloide oder verwandte Stoffe .....	11
3.9.x. Experimente zu und mit Alkaloiden .....	12
<b>3.10. Geruchs- und Geschmacksstoffe</b> .....	<b>13</b>
3.10.1. klassische Geschmacksstoffe.....	14
3.10.2. weitere Geschmacksstoffe.....	14
3.10.3. Geruchstoffe, Aromen usw. ....	14
3.10.3.1. ätherische Öle .....	14
3.10.3.2. naturidentische Aromen / Aroma-Kompositionen .....	14
3.10.4. Süßstoffe und Süßungsmittel .....	15
Saccharin, o-Benzoesäuresulfamid .....	15
Cyclamat .....	15
3.10.5. Experimente zu und mit Geruchs- und Geschmacksstoffen .....	16
<b>3.11. Konservierungsstoffe und Konservierung</b> .....	<b>18</b>
3.11.0. Mikroorganismen in Lebensmitteln .....	18
3.11.1. Konservierung und Konservierungsmethoden .....	18
3.11.1.1. physikalische Konservierungs-Verfahren .....	20
3.11.1.1.1. Trocknen.....	20
3.11.1.1.2. Kühlen .....	20
3.11.1.1.3. Gefrieren.....	20
3.11.1.1.4. Pasteurisieren und Sterilisieren .....	21
3.11.1.1.5. Bestrahlung .....	23
3.11.1.1.6. Hochdruck-Behandlung.....	24
3.11.1.1.7. osmotische Trocknung.....	24
3.11.1.1.8. Trocknung mit bakteriostatischen Gasen.....	24
3.11.1.1.9. elektrische Keim-Abtötung.....	24
3.11.1.2. chemische Konservierungs-Verfahren .....	25
3.11.1.2.1. Zuckern.....	25
3.11.1.2.2. Salzen.....	25
3.11.1.2.3. Pökeln und Räuchern .....	25
3.11.1.2.4. Säurern.....	25
3.11.1.2.5. Alkalisieren .....	26
3.11.1.2.6. Einlegen.....	26
3.11.1.2.7. Einsatz chemischer Konservierungsstoffe .....	26
3.11.1.3. biologische Konservierungs-Verfahren.....	28
3.11.1.3.1. Konservierung durch Bakterien .....	28
3.11.1.3.2. Konservierung durch Pilze .....	28
3.11.1.3.3. Konservierung durch andere Organismen .....	28
3.11.1.3.4. Konservierung durch Proteine .....	29
3.11.x. Experimente zu und mit Konservierungsmitteln / Konservierungsmethoden .....	30
<b>3.12. Farbstoffe</b> .....	<b>32</b>
3.12.x. Azofarbstoffe .....	35
3.12.x. Experimente zu und mit Farbstoffen .....	37
<b>3.13. weitere Stoff-Gruppen und Einzel-Stoffe</b> .....	<b>39</b>
3.13.1. bioaktive Stoffe .....	39
3.13.x. Myristicin .....	39
<b>3.14. Zusatzstoffe</b> .....	<b>40</b>
3.14.x. Aromen.....	40
3.14.x. Konservierungsstoffe .....	41
3.14.x. Farbstoffe .....	41
3.14.x. Feuchthaltemittel.....	41
3.14.x. Gelier- und Verdickungsmittel.....	41
3.14.x. Stabilisatoren .....	41
<b>3.15. Rückstände, Kontaminierungen, Verseuchungen, ...</b> .....	<b>45</b>
3.15.1. Allgemeines und Einführung.....	45
3.15.1.1. Grundlagen.....	45
3.15.1.1.x. Toxikologische Kennwerte .....	45
3.15.1.2. Lebensmittel-Skandale .....	49
3.15.1.2.1. Einführung / Allgemeines.....	49
3.15.1.2.2. Historie größerer Lebensmittel-Skandale .....	49
3.15.1.2.3. Bedeutung und Folgen der Lebensmittel-Skandale.....	50
3.15.1.3. Gefahrenpotential von Rückständen, Kontaminierungen, Verseuchungen, .....	51

3.15.2. Radioaktivität .....	53
3.15.2.1. das radioaktive Zerfalls-Gesetz und wichtige Kennwerte .....	58
3.15.2.1.1. Zerfallsreihen .....	60
3.15.2.2. Herstellung radioaktiver Isotope .....	62
3.15.2.3. Wirkungen der radioaktiven Strahlung .....	63
3.15.2.4. Messungen und Grenzwerte für radioaktive Strahlungen und Kontaminierungen .....	65
3.15.2.5. bedeutsame radioaktive Elemente .....	66
3.15.2.4.1. Kohlenstoff-14 .....	66
3.15.2.4.1. Iod-39 .....	66
3.15.2.4.2. Kalium-40 .....	66
3.15.2.4.3. Strontium-90 .....	66
3.15.2.4.3. Cäsium-137 .....	66
3.15.3. Pflanzenschutzmittel .....	67
3.15.3.1. bedeutende Pflanzenschutzmittel gegen Tiere .....	67
3.15.3.1.1. Chlorierte Kohlenwasserstoffe .....	67
3.15.3.1.2. Phosphorsäureester .....	68
3.15.3.1.3. Carbamate .....	69
3.15.3.1.4. Pyrethoide .....	70
3.15.3.1.5. Rotenoide .....	71
3.15.3.1.6. Alkaloide .....	71
3.15.3.1.7. Cumarine .....	72
3.15.3.1.8. Phosphorwasserstoffe .....	73
3.15.3.1.9. Aldehyde .....	74
3.15.3.1.10. ??? .....	74
3.15.3.2. bedeutende Pflanzenschutzmittel gegen Pilze .....	75
3.15.3.2.1. anorganische Fungizide .....	75
3.15.3.2.2. Thiocarbamate .....	75
3.15.3.2.3. heterocyclische Stickstoff-Verbindungen .....	76
3.15.x.2.4. Phosphor-organische Verbindungen .....	79
3.15.3.2.5. sonstige Verbindungstypen .....	80
3.15.3.3. bedeutende Pflanzenschutzmittel gegen Pflanzen .....	80
3.15.3.3.1. anorganische Herbizide .....	81
3.15.3.3.2. Carbaminsäure-Derivate .....	81
3.15.3.3.3. Harnstoff-Derivate .....	83
3.15.3.3.4. Sulfonylharnstoffe .....	84
3.15.3.3.5. Carbonsäuren und deren Derivate .....	85
3.15.3.3.6. Carbonsäureanilide .....	87
3.15.3.3.7. Pyridin-Derivate .....	88
3.15.3.3.8. Pyradazine .....	89
3.15.3.3.9. Triazin-Derivate .....	89
3.15.3.3.10. Phosphor-organische Verbindungen .....	91
3.15.3.3.11. Benzen-Derivate .....	91
3.15.3.3.12. Benzoesäure-Derivate .....	92
3.15.3.3.13. Stoffe verschiedener Gruppen oder ohne Zuordnung .....	93
3.15.3.3.14. ? .....	94
3.15.3.4. Wachstumsregulatoren .....	94
3.15.3.4.2. Vorlagen .....	96
3.15.4. Tierschutzmittel .....	97
3.15.5. weitere Kontaminierungen usw. ....	98
3.15.5.1. chemische Kontaminierungen .....	98
3.15.5.1.1. Dioxin(e) .....	98
3.15.5.1.2. anorganische Säuren und deren Salze .....	101
3.15.5.1.3. organische Säuren und deren Salze .....	101
3.15.5.1.x. weitere chemische Kontaminierungen .....	102
3.15.6. Allergene .....	103
<b>3.16. Mikroorganismen (in Lebensmitteln) .....</b>	<b>104</b>
3.16.1. Bakterien .....	107
3.16.1.1. Milchsäure-Bakterien .....	107
3.16.1.2. Essigsäure-Bakterien .....	109
3.16.1.3. Clostridien .....	110
3.16.1.x. Darm-Bakterien .....	110
Staphylokokken .....	112
weitere Bakterien(-Gruppen) .....	112
3.16.2. (niedere) Pilze .....	113
3.16.3. Viren und Prionen .....	113
<b>3.17. höhere Organismen (in Lebensmitteln) .....</b>	<b>114</b>
3.17.1. Würmer .....	114
Trichinen .....	114
Bandwürmer .....	114
Spulwürmer .....	114

3.17.2. Spinnen.....	114
Milben.....	114
3.17.3. Insekten .....	114
Urinsekten .....	114
Schaben .....	115
Flöhe .....	115
Käfer.....	115
Schmetterlinge.....	115
Fliegen.....	115
3.17.4. Säugetiere.....	116
<b>3.18. funktionelle Lebensmittel.....</b>	<b>117</b>
<b>4. Hygiene .....</b>	<b>118</b>
<b>4.1. persönliche Hygiene .....</b>	<b>118</b>
<b>4.2. Lebensmittel-Hygiene.....</b>	<b>118</b>
<b>4.3. Betriebs-Hygiene.....</b>	<b>118</b>
<b>4.4. Umwelt-Hygiene .....</b>	<b>118</b>
<b>5. Energie und gesunde Ernährung .....</b>	<b>119</b>
<b>5.1. Energiehaushalt .....</b>	<b>119</b>
Grundumsatz (GU) / Ruheumsatz (RU).....	121
PAL-Wert.....	126
Arbeitsumsatz (AU) .....	126
Freizeitumsatz (FU) .....	126
Energiebilanz (EB od. $\Delta E$ ) .....	127
Leistungsumsatz (LU).....	127
<b>5.2. Arbeiten mit Lebensmitteltabellen .....</b>	<b>130</b>
<b>6. Tabellen, Formeln und Übersichten.....</b>	<b>136</b>
<b>7. weitere Experimente und Versuche .....</b>	<b>138</b>
<b>7.1. weitere Experimente zu und mit Fetten .....</b>	<b>138</b>
<b>7.2. weitere Experimente zu und mit Kohlenhydraten .....</b>	<b>139</b>
<b>7.3. weitere Experimente zu und mit Eiweißen .....</b>	<b>142</b>
<b>7.4. weitere Experimente zu und mit Ballaststoffen .....</b>	<b>144</b>
<b>7.5. weitere Experimente zu und mit Vitaminen.....</b>	<b>145</b>
<b>7.6. weitere Experimente zu und mit Mineralstoffen .....</b>	<b>146</b>
<b>7.7. weitere Experimente zu und mit Wasser .....</b>	<b>147</b>
<b>7.8. weitere Experimente zu und mit weiteren Inhaltsstoffen.....</b>	<b>148</b>
<b>7.9. weitere Experimente zu und mit Alkaloiden .....</b>	<b>149</b>
<b>7.10. weitere Experimente zu und mit Lebensmitteln .....</b>	<b>150</b>
<b>7.11. weitere Experimente .....</b>	<b>153</b>
<b>7.12. Herstellung ausgewählter Nachweis-Reagenzien und -Materialien .....</b>	<b>154</b>
7.12.1 Formeln bzw. typische Reaktionen der Nachweisreagenzien .....	158
<b>8. Anhänge.....</b>	<b>162</b>
<b>8.1. wichtige physikalische und chemische Größen.....</b>	<b>162</b>
<b>8.2. Tabellen zur Chemie organischer Verbindungen .....</b>	<b>162</b>
griechisches Alphabet .....	162
Vorsilben zu Zählungen (z.B.: Anzahl C-Atome) – Zahlwörter .....	163
wichtige funktionelle Gruppen .....	163
<b>8.3. weitere Tabellen und Übersichten.....</b>	<b>164</b>
<b>9. Literatur und Quellen .....</b>	<b>165</b>

### 3.9. Alkaloide

Sammel-Begriff für organische, Stickstoff-haltige, alkalische Verbindungen des Tertiär-Stoffwechsels von Pflanzen (nach anderer Klassifikation der Stoffwechsel-Ebenen: sekundäre Pflanzenstoffe))

übliche Endung am Trivial-Namen –in, kaum Ausnahmen, aber kein Hinweis auf Dreifachbindung(en)

Biogenese (biochemische Herstellung, Biosynthese) bietet auch erste Einteilungs-Möglichkeit nach der Stickstoff-Quelle

Stickstoff-Quelle	Struktur der Stickstoff-Quelle		Beispiele
Asparagin Lysin			Nicotin Lupinin
Glycin			Coffein Theophyllin Theobromin
Histidin			Pilocarpin
Ornithin			Hyoscyamin Scopolamin Kokain, Cocain
Phenylalanin Tyrosin			Colchicin Morphin Codein Papaverin Tubocurarin Berberin
Tryptophan			Ajmalin Ergotamin Ergometrin Reserpin Strychnin
Terpen			Coniin Aconitin

wirken auch auf Tiere (einschließlich dem Menschen)

meist bitter und giftig

nach organischem Grund-Körper werden unterschieden:

Alkaloid-Gruppe	Grundkörper	Struktur des Grundkörpers	Beispiele
Chinolin-Alkaloide			Chinin Chinidin
Indol-Alkaloide			Ajmalin Ergotamin Yohimbin Reserpin Strychnin
Isochinolin-Alkaloide			Morphin Codein Papaverin Berberin Tubocurarin
Piperidin-Alkaloide			Piperin
Purin-Alkaloide			Coffein, Koffein

			Theophyllin Theobromin
Pyridin-Alkaloide			Nicotin Anabasin
Pyrrolidin-Alkaloide			Hygrin
Steroid-Alkaloide			Solanin
Tropan-Alkaloide			Hyoscyamin Scopolamin Kokain, Cocain
Acyclische Alkaloide			Ephedrin Mescalin

weitere Einteilung nach Herkunft möglich:

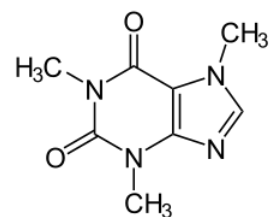
Alkaloid-Gruppe	Einteilungs-Kriterium	Bemerkungen / Hinweise	Beispiele
Curare			Toxiferin Tubocurarin Alcuronium
Mutterkorn-Alkaloide			Ergotamin Ergometrin
Opiate			Morphin Codein Thebain Papaverin Noscapin Cryptopin
Vinca-Alkaloide			Vincristin Vinblastin

auch eine Einteilung nach der pharmakologischen Wirkung ist möglich, aber schwierig, da die Stoff z.T. sehr individuell wirken und z.T. auch breite Wirk-Spektren haben

Wirk-Gruppe	Einteilungs-Kriterium	Bemerkungen / Hinweise	Beispiele
Halluzinogene			

### 3.9.1. Coffein

Kaffee-Bohnen, Tee-Blätter



Struktur-Formel von Koffein  
Q: de.wikipedia.org (NEUROtiker)

phamakologisches Wirkspektrum

<i>Stimulierung des Zentralnervensystems</i>	<i>Anregung Herzschlag</i>	<i>Erweiterung der Blut-Gefäße</i>	<i>Erweiterung der Bronchien</i>	<i>Stimulierung der Skelett-Muskulatur</i>	<i>Stimulation der Harnausscheidung</i>		
+++	+	+	+	+++	+		

schon 0,5 g Coffein (entsp. 5 Tassen Kaffee) führen zu ausgeprägter zentraler Erregung weiterhin zu Schlaflosigkeit, Herz-Klopfen, Bluthochdruck, beklemmende herz-Beschwerden

Nebeneffekte: Reduktion der Eisen-Resorption (problematisch ev. bei Vegetariern, die viel Kaffee und/oder schwarzen Tee trinken)

**interessante Links:**

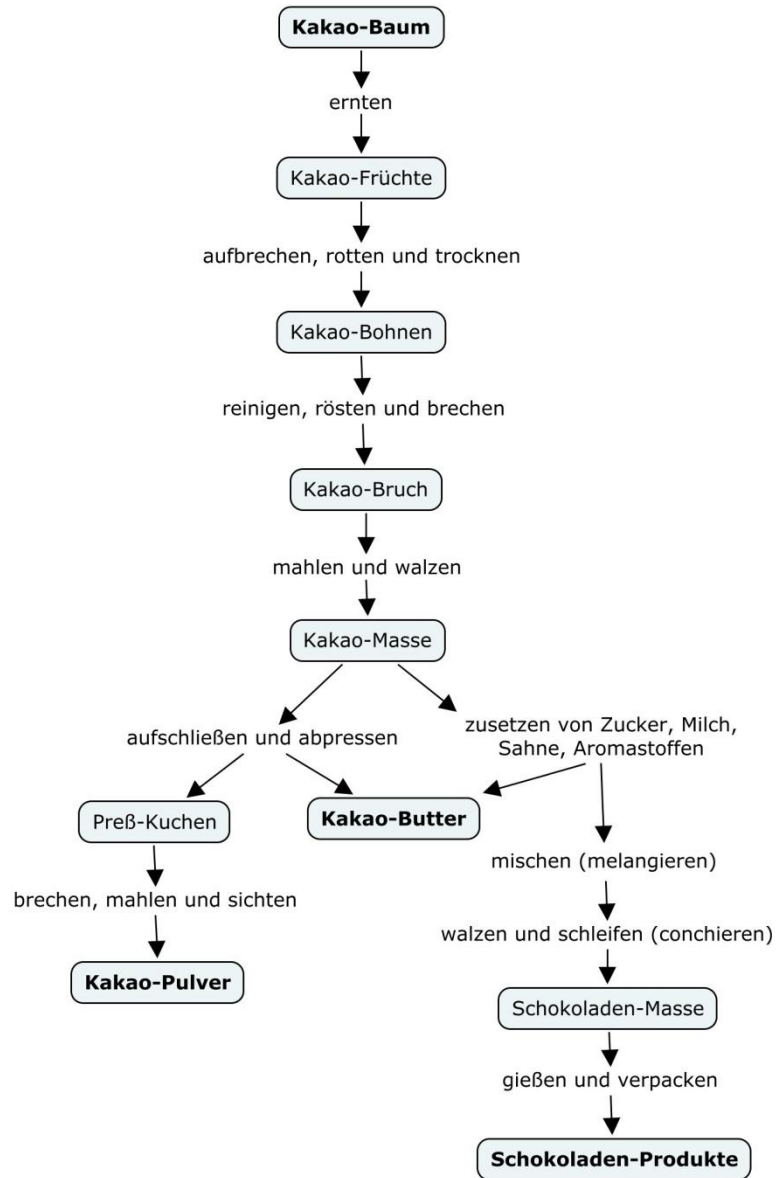
<http://www.dr-bernhard-peter.de/Apotheke/Phytochemie/Kaffee.htm> (viele chemische Hintergründe)

### 3.9.2. Theobromin

Kakao, Tee-Blätter, Cola-Nuß

<i>Stimulierung des Zentralnervensystems</i>	<i>Anregung Herzschlag</i>	<i>Erweiterung der Blut-Gefäße</i>	<i>Erweiterung der Bronchien</i>	<i>Stimulierung der Skelett-Muskulatur</i>	<i>Stimulation der Harnausscheidung</i>		
-	++	++	++	+	++		





### 3.9.3. Theophyllin

Tee-Blätter

<i>Stimulierung des Zentralnervensystems</i>	<i>Anregung Herzschlag</i>	<i>Erweiterung der Blut-Gefäße</i>	<i>Erweiterung der Bronchien</i>	<i>Stimulierung der Skelett-Muskelatur</i>	<i>Stimulation der Harnausscheidung</i>		
+++	+++	+++	+++	++	+++		

Nebenwirkungen: Reduktion der Eisen-Resorption (problematisch ev. bei Vegetariern, die dazu viel schwarzen Tee trinken)



### 3.9.x. weitere Alkaloide oder verwandte Stoffe

<b>Alkaloid</b>	<b>Vorkommen / Herkunft</b>	<b>Wirkung</b>	<b>Verwendung / Nut- zung</b>
Atropin	Tollkirsche		Augenheilkunde, Asthma-Medikamente
Chinin	Chinarinde		Chemotherapeutikum (Malaria-Vorbeugung u. Behandlung) Bitterstoff für Getränke
Cocain	Coca-Strauch		Anästhesie (Lokal-A.) Rauschgift
Codein	Mohn		Schmerz- und Husten- Behandlung
Morphin	Mohn		Schmerzmittel Rauschgift
Nikotin	Tabak-Pflanze	Blutdruck-Steigerung Lähmung (LD <sub>50</sub> = 50 mg)	Blutunterdruck- Behandlung
Reserpin	Rauwolfia		Beruhigungsmittel
Strychnin	Brechnuß		Ratten-Gift

## **3.9.x. Experimente zu und mit Alkaloiden**

### **Sublimation von Coffein / Teein aus Instant-Kaffee / schwarzem Tee**

#### ***Materialien / Geräte:***

Instant-Kaffee od. schwarzer Tee; hohes Becherglas mit passendem Uhrgläschen als Deckel; Brenner od. Heizplatte; ev. nasses Tuch od. Filterpapier (Band od. Gummiband)

#### ***Durchführung / Ablauf:***

- Probe rund 0,5 cm hoch in das Becherglas füllen; mit Uhrgläschen zudecken
- ev. feuchtes Filterpapier od. Tuch außen um das Becherglas herumwickeln und befestigen
- vorsichtig erwärmen (möglichst nur in der Mitte des Bodens od. gleichmäßig den gesamten Boden)

#### ***Zusatzuntersuchung:***

- mikroskopische Untersuchung der abgesammelten Kristalle

#### ***Grundlagen / Prinzipien:***

#### ***Materialien / Geräte:***

#### ***Durchführung / Ablauf:***

-

#### ***Zusatzuntersuchung:***

-

#### ***Hinweise:***

-

## 3.10. Geruchs- und Geschmacksstoffe

Aldehyde und Ketone, auch Alkohole und Carbonsäure, Ester, aromatische Substanzen  
weiterhin Lactone, Terpene

Ester (ev. als Exkurs)  
Esterbildung

Ameisensäureamylester → Rum-Aroma  
Essigsäureamylester → Birnen-Aroma  
Buttersäureethylester → Ananas-Aroma  
Valeriansäureamylester → Apfel-Aroma

Aromen (Aromastoffe, Essenzen) sind Einzelstoffe oder Zubereitungen mit geschmacklichen bzw. geruchlichen (olfaktorischen) Wirkungen auf den Menschen. Die Stoffe dienen der Bildung, Verstärkung des Geschmacks bzw. des Geruchs von Lebensmitteln bzw. dem Ausgleich von Verarbeitungs-bedingten Verlusten.

natürliche Aromastoffe werden aus natürlichen Ausgangsstoffen gewonnen  
neben den typischen Geschmacks- bzw. Geruchs-Stoffen können auch völlig Art-fremde Aromen gewonnen werden  
z.B. Bittermandel-Öl, Zitronen-Öl, Anis-Öl

naturidentische Aromastoffe sind dem natürlichen Aromastoff chemisch ähnlich oder gleich, sie werden aber künstlich (zumeist chemisch) hergestellt  
z.B. Vanillin

künstliche (synthetische) Aromastoffe werden vollkommen künstlich gewonnen, sie weichen hinsichtlich Struktur und Eigenschaften deutlich von den anderen Aromastoffen ab  
sie sind weder natürlich noch naturidentisch  
ihre Anwendung ist stark eingeschränkt und Kennzeichnungspflichtig

naturidentische Aroma-Kompositionen enthalten eine Vielzahl von Einzel-Substanzen, wie sie auch in natürlichen Aromen vorkommen, die Einzel-Substanzen werden in ähnlichen Mengen und Verhältnissen zur Aroma-Komposition gemischt, die Einzel-Substanzen werden künstlich gewonnen

Lösungsmittel zumeist Ethanol (unvergällt!!!)

meist sind es schon wenige Einzel-Substanzen, die als Grundstock der Mischung den bestimmenden Teil des Geruches / Aromas ausmachen (Kopf-Aromen), machen Mengen-mäßig den überwiegenden Teil des Aromas aus

qualitätsverbessernd (im Sinne des Geruchsvergleichs) sind dann die Substanzen der Herz-Aromen, in den meisten Fällen gerade noch abmeßbar und gezielt zusetzbar

restliche Substanzen verfeinern dann nur noch, → Nachgeschmack, ... (Basis-Aromen), sind meist nur extrem geringen Mengen od. Spuren vorhanden

nur bei großen Produktions-Mengen (der Aroma-Komposition) sinnvoll zusetzbar

Aroma-Extrakte

### 3.10.1. klassische Geschmacksstoffe

### 3.10.2. weitere Geschmacksstoffe

### 3.10.3. Geruchstoffe, Aromen usw.

gemeint sind i.A. Zusatzstoffe → siehe dort

Erdbeer-Aldehyd (Ethylmethylphenylglycidat)

#### 3.10.3.1. ätherische Öle

#### 3.10.3.2. naturidentische Aromen / Aroma-Kompositionen

##### *Erdbeer-Aroma*

Substanz	Menge		
Acetaldehyd			
Propanal			
2-Propenal			
Butanal			
2-Butenal			
2-Pentenal			
Hexanal			
cis-2-Hexenal			
Heptanal			
Propanon			
3-Methyl-2-butanon			
2,3-Butandion			
3-Pentanon			
2-Hexanon			
2-Decanon			
2-Tridecanon			

Schlüssel-Substanzen:

(S)-2 Methylbuttersäure, Furaneol, 2,5 Dimethyl-4-hydroxy-3(2H)-furanon, 4-(R)-gamma-Decalavton, zahlreiche Buttersäure- und Hexansäureester, sowie Methylantranilat

### **3.10.4. Süßstoffe und Süßungsmittel**

#### **Saccharin, o-Benzoesäuresulfamid**

ortho-Benzoesäuresulfamid

550x stärkere Süßkraft als Rohrzucker;

wegen Übersüßung praktisch 300x süßer; lang anhaltende Süße, die in bitteren Geschmack umkippen kann

gut Wasser-löslich; wird unverändert ausgeschieden; somit kein physiologischer Brennwert

keine toxische oder kanzerogen Wirkung, auch keine Gefährdung von Embryonen oder Kleinkinder (früher bestand der Verdacht der Entwicklungsstörung)

hat Appetit-steigernde Wirkung (Süße läßt Körper Energie-reiche Kohlenhydrate erwarten; Mangel an realen Zucker bewirkt Steigerung des Appetites); Verwendung als Masthilfe bei Schweinen

#### **Cyclamat**

30 – 35x süßer als Zucker

bei Kombination von Saccharin und Cyclamat kommt es zu überadditiven Effekten; schmecken zusammen stärker, als man es aus den Einzel-Anteilen ableiten könnte  
deshalb besonders viel in Konsumer-Produkten verwendet (Süssli® etc.)

### 3.10.5. Experimente zu und mit Geruchs- und Geschmacksstoffen

#### Gewinnung von Citrusöl durch Wasserdampfdestillation

##### *Materialien / Geräte:*

Citrus-Früchte (z.B. Orangen); Sparschäler; 1 l-Rundkolben; Destillationszusatz (Kühler); ERLLENMEYER-Kolben; Petrolether; Scheidetrichter; PETRI-Schale; regelbare Heizplatte

##### *Durchführung / Ablauf:*

- von den Früchte mit Sparschäler nur die oberste Schale abschälen (die weiße Schale verbleibt an der Frucht)
- die Schalen in den Rundkolben geben und mit 500 ml Wasser übergießen;
- langsam 150 - 200 ml abdestillieren und Destillat im ERLLENMEYER-Kolben auffangen
- Destillat mit 10 – 20 ml Petrolether ausschütteln; untere Phase (Wasser) langsam auslaufen lassen; Petrolether-Phase (oben) sehr gründlich abtrennen
- Petrolether-Phase unter dem Abzug auf einer PETRI-Schale verdampfen / verdunsten lassen (ev. auf Heizplatte ((sehr) kleine Stufe!!!)
- öligen Rückstand auf Geruch prüfen (z.B. Magnesia-Stäbchen oder Filterpapier-Streifen benetzen und in Parfümeur-Manier verwedeln)

#### Herstellung einer Essenz

##### *Materialien / Geräte:*

Kräuter- od. Gewürz-Proben; Ethanol (unvergällt) 96 %ig; verschließbare Flaschen (z.B. Grill-Soßen-Flaschen oder kleiner; wenn möglich: farblos und braun); Feinsieb; regelbare Heizplatte; PETRI-Schale

##### *Durchführung / Ablauf:*

- 1 bis 2 Esslöffel trockne Kräuter oder Gewürz in Flaschen füllen; mit Ethanol auffüllen und verschließen; 1 Wochen stehen lassen (Mazeration)
- Überstand durch Feinsieb gießen und bei einer Probe auf einer PETRI-Schale unter dem Abzug den Alkohol verdampfen
- Geruch prüfen (z.B. Magnesia-Stäbchen oder Filterpapier-Streifen benetzen und in Parfümeur-Manier verwedeln)

#### Herstellung eines Kräuter-Essigs

##### *Materialien / Geräte:*

Kräuter od. Gewürze od. Fruchtschalen (unbehandelt od. gründlich gebürstet und gewaschen); Essigessenz; verschließbare Flaschen od. Gläser 0,5 – 1 l; Feinsieb od. Küchenhandtuch; "schöne" Flaschen

##### *Durchführung / Ablauf:*

- 1 bis Esslöffel zerkleinerte Kräuter oder Gewürz od.ä. in Flaschen füllen; mit Essigessenz auffüllen und verschließen; 1 bis 2 Wochen stehen lassen (Mazeration); ab und zu umschwenken
- Überstand vorsichtig durch Feinsieb od. Küchenhandtuch abgießen; 1 Teil Sud mit 2 bis 3 Teilen Wasser verdünnen (ergibt 5 bzw. 10 %igen fertigen Essig) und in eine "schöne" Flasche füllen (ev. eine frische Probe des originalen Krautes / Gewürzes usw. usf. unzerkleinert hinzufügen); mit Etikett beschriften
- Geruchs- und Geschmacks-Probe durchführen



## Herstellung eines Kräuter-Öls

### **Materialien / Geräte:**

Kräuter od. Gewürze od. Fruchtschalen (unbehandelt od. gründlich gebürstet und gewaschen); Salatöl (je nach Geschmack von kräftig (Olive, Raps) bis einfach (Sonnenblume)); verschließbare Flaschen od. Gläser 0,5 – 1 l; "schöne" Flaschen

### **Durchführung / Ablauf:**

- 1 bis Esslöffel trockene (ev. angetrocknete od. getrocknete), zerkleinerte Kräuter oder Gewürz od.ä. in Flaschen füllen; mit Öl auffüllen und verschließen; 1 bis 2 Wochen stehen lassen (Mazeration); ab und zu umschwenken
- Überstand vorsichtig abgießen; in eine "schöne" Flasche füllen (ev. eine frische Probe des originalen Krautes / Gewürzes usw. usf. unzerkleinert hinzufügen); mit Etikett beschriften
- Geruchs- und Geschmacks-Probe (z.B. mit Chiabata-Brot) durchführen

## Herstellung eines Kräuter-Likörs

### **Materialien / Geräte:**

Kräuter und / oder Gewürze und / oder Früchte und / oder Fruchtschalen; Kandiszucker (braun od. weiß); Klarer od. Rum mit über 40 Vol% Alkohol; Schraubgläser od. verschließbare Flaschen; "schöne" Flaschen

### **Durchführung / Ablauf:**

- Glas zur Hälfte mit Früchten füllen od. 1 bis 2 Esslöffel Gewürze (Mischung od. pur) od. Fruchtschalen in die Flasche geben
- rund 1/3 des Gefäßvolumens mit Kandis füllen; mit Alkohol aufgießen; im Sonnenlicht 2 bis Wochen (in Ausnahmefällen auch 2 Monate) mazerieren lassen
- vorsichtig dekantieren und in "schöne" Flaschen füllen; mit Etikett beschriften
- Geruchs- und Geschmacks-Probe durchführen (aber nur ein wüziges Schlückchen!!!)

## Nachweis von Ammoniak in Lakritz

### **Materialien / Geräte:**

Probenmaterial (zerkleinerte Lakritz (Salmiak-Pastillen od. Lakritz-Bonbon)); 2 gleichgroße Uhrgläschen; Unitestpapier, konzentrierte Natriumhydroxid-Lösung

### **Durchführung / Ablauf:**

- ein Uhrgläschen innen kreuzförmig mit angefeuchtetem Unitestpapier bekleben → später als Deckel zu verwenden!
- Probe mittig in ein anderes Uhrgläschen (→ Reaktionsgefäß) geben; mit Natriumhydroxid-Lösung betropfen
- anderes Uhrgläschen als Deckel über dem Reaktionsgefäß positionieren; basische Reaktion am Unitest (normal: blau) zeigt Ammoniak an

### **Zusatzuntersuchung:**

- Deckel anlüften und Geruchs-Probe durchführen

## **3.11. Konservierungsstoffe und Konservierung**

lt. gesetzlichen Regelungen häufig Zusatzstoffe  
wegen allg. und großer Bedeutung in der industriellen Lebensmittel-Produktion hier extra behandelt

### **3.11.0. Mikroorganismen in Lebensmitteln**

hier nur allg. und kurz, ausführlich (→ [3.16. Mikroorganismen](#))

Produktionsrückstände, Verunreinigen, Verderb, Kontaminierungen

Kontaminierung liegt vor, wenn

Kontaminierungs-Gefahr am größten bei:

- Temperaturen zwischen 15 und 75 °C,
- pH-Werten zwischen 5 und 9,5
- guter Sauerstoff-Versorgung (hoher O<sub>2</sub>-Partial-Druck)
- gutem Nahrungsangebot
- relative Feuchte bis 60 %

### **3.11.1. Konservierung und Konservierungsmethoden**

Konservierung hat die Haltbarmachung und in geringem Umfang auch die Herstellung der Genießbarkeit zum Ziel

Wirkrichtungs-Möglichkeiten von Konservierungsmitteln:

- antiseptisch (Keim-hemmend)
- antimykotisch (gegen Schimmelpilze)
- antiputrid (gegen Fäulnis-Erreger)
- antizymotisch (gegen Gärungs-Erreger)
- antitoxisch (gegen Toxine / Giftstoffe)

Ursachen des Nahrungsmittel-Verderbs

- Mikroorganismen
- Wärme
- Licht
- Luft
- (freie) Enzyme
- Chemikalien
- ...

### physikalische Verfahren

- Erhitzen (Pasteurisieren (PASTEURisieren), Sterilisieren)
- Kühlen
- Einfrieren
- Vakuumisieren
- Trocknen
- ...

### chemische Verfahren

- Einsalzen / Pökeln
- (Ein-)Zuckern
- Säuern / Einlegen in Säuren
- Einlegen in Basen
- Einlegen in Alkohol
- Räuchern
- Zusatz natürlicher / künstlicher Konservierungsstoffe
- ...

### biologische Verfahren

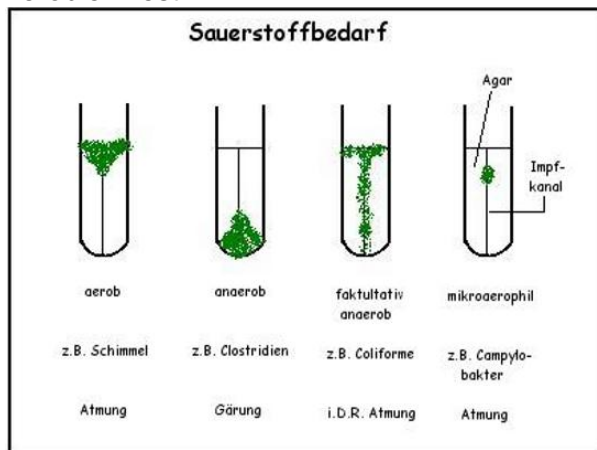
- Vergären (mit alkoholischer Gärung)
- Vergären (mit Milchsäure-Gärung)
- 

### dezimale Reduktions-Zeit $D_T$

$$D_T = \frac{t}{\log a - \log b}$$

$D_T$  .. dezimale Reduktions-Zeit  
 $a$  .. Anfangs-Keimzahl  
 $b$  .. End-Keimzahl  
 $t$  .. Behandlungszeit [min]  
 $T$  .. Behandlungs-Temperatur [°C]

### Aerobier-Test



## **3.11.1.1. physikalische Konservierungs-Verfahren**

### **3.11.1.1.1. Trocknen**

### **3.11.1.1.2. Kühlen**

beim Kühlen und Gefrieren () kommt es immer nur zur Verringerung der Keimzahlen, Mikroorganismen können in Überdauerungsform oder gegoren überdauern und werden nach temperatur-Erhöhung wieder aktiv

(besonders gefährlich ist das langsame Auftauen, da Mikroorganismen im äußeren – schon warmen - Teil schon optimale Bedingungen vorfinden, während der Rest de Lebensmittels noch auftaut (und darauf wartet der Nutzer dann eben ziemlich lang)

### **3.11.1.1.3. Gefrieren**

Effekte:

- Reduktion des freien Wasser's für Mikroorganismen und chemische Reaktionen
- weitgehende Immobilisierung aller Stoffe, Verhinderung des Stoff-Austausches
- steigende Konzentration der gelösten Stoffe
- Bedingungen innerhalb des Lebensmittel entsprechen nicht der ökologischen Potenz von Mikroorganismen
- Reaktionen sind deutlich verlangsamt (im Vergleich zu 20 °C nur noch 1 – 10 %)
- Enzyme können im Prinzip nicht mehr arbeiten

Beim Runterkühlen kommt es zwischenzeitlich an zwei Stellen zu einer Erwärmung (bzw. Verzögerung des Gefrierens). Die eine Situation tritt beim Durchgang von 0 °C auf. Die Kristallisation von Wasser (zu Eis) läuft unter Energie-Abgabe ab. Eine zweite Energie-Abgabe wird bei der Kritallisation der Kohlenhydrate beobachtet.

Große Wasser-Kristalle benötigen Zeit zum Wachsen. Diese zerstören dann die Zellwände. Die Struktur geht verloren und Cytoplasma kann auslaufen und sich ev. mit Umgebungs-Flüssigkeiten vermischen. Deshalb wird bei Lebensmitteln – wo eine ausgeprägte Kristallisation eher selten gewünscht wird – eine schnelle Gefrier-Geschwindigkeit bevorzugt. Im Allgemeinen sollte sie über 1 cm / h betragen.

Kombination mit Trocknen Gefrier-Trocknen; sehr teuer, nur für Spezial.Zwecke (Kosmonauten-Nahrung, Pharma-Industrie, Delikatessen)  
 Vorteile Aroma- und Textur-Erhalt

**3.11.1.1.4. Pasteurisieren und Sterilisieren**

thermische Konservierungs-Methode, gehört also zu den physikalischen Methoden  
 beruht auf der Zerstörung der Eiweiße (Enzyme usw.; Denaturierung, Gerinnung)  
 nur durch hohe Temperaturen lassen sich Mikroorganismen wirklich abtöten, beim Kühlen / gefrieren kommt es immer nur Absenkung der Anzahl (lebender / aktiver Mikroorganismen), Mikroorganismen können die tiefen Temperaturen in Überdauerrungs-Formen / gefroren überleben und werden nach Temperatur-Erhöhung wieder aktiv

Sterilisation  
 abtöten aller Keime einschließlich der Hitze-resistenten Sporen

Pausteurisieren  
 abtöten od. inaktivieren der Keime

Verfahren	Temperatur	Zeitdauer	

Probleme mit bestimmten pathogenen Keimen

Inaktivierung  
 praktische Zerstörung der Lebens-Merkmale der Keime / Zerstörung der biologischen Aktivität

Desinfektion  
 (Hygiene-Begriff) gezielte Maßnahmen zur Herabsetzung der Keimzahlen, vorrangig für pathogene Keime; Abtötung und Deaktivierung gefährlicher Keime bis auf tolerierbare Keimzahlen / bis keine Gefahr mehr von den Keimen ausgeht

wichtige Kennzahlen

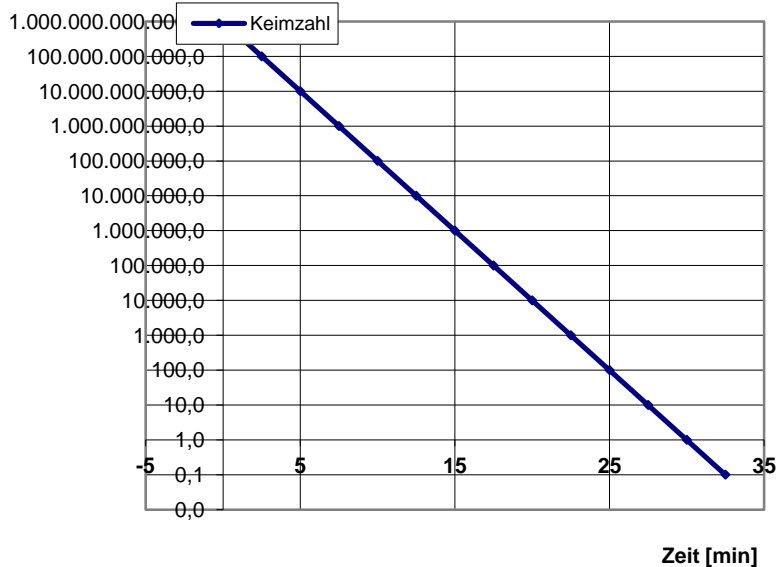
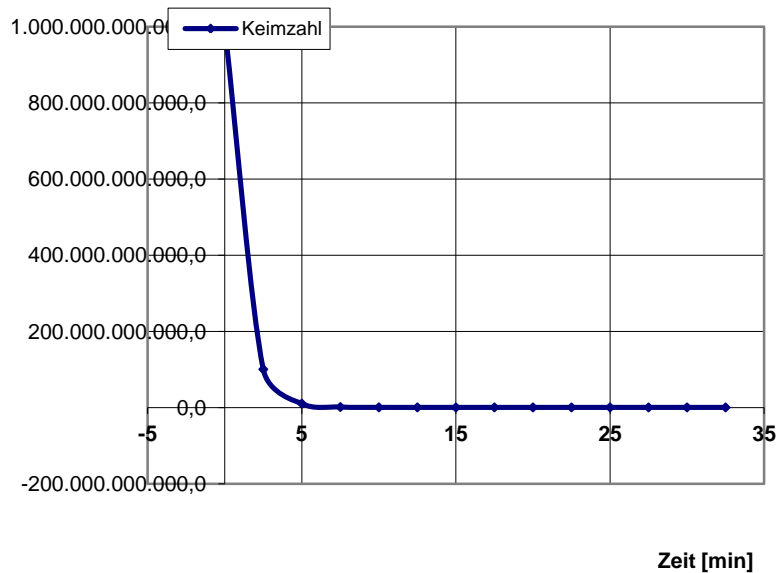
z-Wert  
 gibt an, um wie viel K (alt: grd) die Temperatur erhöht werden muß, damit die Mikrobenzahl / Keimzahl um eine Zehner-Potenz gesenkt wird  
 also z.B. von  $10^3$  auf  $10^2$  (1000 auf 100)

D-Wert (Destruktionswert, Dezimalreduktionswert)

gibt an, um welche Zeit die Einwirkdauer erhöht werden muß, damit die Mikrobenzahl / Keimzahl um eine Zehner-Potenz gesenkt wird  
also z.B. von  $10^3$  auf  $10^2$  (1000 auf 100)

ist die notwendige Zeit, um bei einer bestimmten Temperatur, die Mikrobenzahl / Keimzahl um den Faktor 10 (/ auf ein Zehntel) zu senken

D12-Wert; D12-Funktion



F-Wert (Sterilisations-Effekt)

beschreibt die Effektivität der Entkeimungsmaßnahme

ist die erforderliche Zeit, um bei einer bestimmten Temperatur alle Keime abzutöten

ist für eine bestimmte Zeit, die notwendige Zeit, um die Keimzahl auf eine bestimmte Ziel-Keimzahl zu bringen

1 Fo ist der Sterilisations-Effekt, der durch eine Einwirkung von 1 min und einer Temperatur von 121 °C einen z-Wert von 10 K ergibt

$$F = (\lg N_0 - \lg N_t) \cdot D$$

$n = \lg N_0 - \lg N_t$  ergibt die Anzahl der Zehnerpotenzen zwischen Ausgangs- und End-Keimzahl

$N_0, N_0 \dots$  Ausgangs-Keimzahl

$N \dots$  (maximal) zulässige / angestrebte Keimzahl

$N_t, N_t \dots$  Keimzahl zu / nach einer bestimmten Zeit

Nachteile einer langen oder heißen Sterilisation sind die Vernichtung bestimmter Inhalts-Stoffe (z.B. Vitamine) wie auch die Denaturierung vieler Eiweiße

Co-Wert (Kochschädigung)

(Kenngröße aus der Gar-Kinetik) ist die Kochschädigung bei einer bestimmten Temperatur und einem bestimmten z-Wert

Temperatur [°C]	Einwirkzeit [min]	Fo-Wert	Co-Wert	
100	100	0,775	100	
110	10	0,775	20	
120	1	0,775	4	

im Allgemeinen nimmt die Kochschädigung (Reaktions-Geschwindigkeit der Abbau-Reaktionen) weniger stark mit der Temperatur zu, als die Abtötung von Mikroorganismen (Sterisations-Effekt)

aseptische Abfüllung

nach dem Abfüllen wird sterilisiert

modern: sterile Abfüllung in sterile Verpackungen, benötigt Aseptik-Zone (isoliert, Überdruck-Bereich)

Vorteile: kurze Behandlungszeiten, geringe thermische Belastung, Trennung der Desinfektions-Maßnahmen von Lebensmittel und Verpackung

Nachteile: weniger geeignet für sehr zähflüssige Produkte

### **3.11.1.1.5. Bestrahlung**

nur begrenzt in der EU zugelassen

Positiv-Liste: z.B. Gewürze

mit Co60-Strahler ( $^{60}\text{Co}$ )  $\gamma$ -Strahler

Vorteile: große Eindring-Tiefe

$\beta$ -Strahler

Nachteile: geringe Eindring-Tiefe

Kennwerte:

Dosis

beschreibt Energie-Masse-Verhältnis

10 kGy = 10 J/g ist lt. WHO die maximal zulässige Dosis

10 J/g = 2,4 cal/g bedeutet eine Erwärmung von 2 K pro g

für die Abtötung von Mikroorganismen (Reduktion um einer Zehner-Potenz) sind bei Bakterien 0,2 – 0,5 kGy und für Sporen 1,5 – 2,0 kGy notwendig

radiaktive Behandlung nur schwer nachweisbar, z.T. bedenklich hinsichtlich der Gefährdung des Verbrauchers (zerstörte Einzel-Moleküle mit nicht bekannten Gefährdungs-Potentialen und Synergie-Effekten, radiaktive Isotope (treten nur sehr wenig auf → geringe Gefährdung))

Beschreibung	Dosis [kGy]	Wirkung	
niedrige Dosis	< 0,5	Keim-hemmend	
mittlere Dosis	1 – 10	pasteurisierend	
hohe Dosis	> 10	sterilisierend	sensorische Beeinträchtigung beobachtbar (gesteigerte Fett-Oxidation)

### **3.11.1.1.6. Hochdruck-Behandlung**

neuartig  
 hohe hydrostatische Drücke (bis 10 kbar)  
 ähnliche Wirkungen wie Hitze-Behandlung  
 in Japan z.B. zur Fruchtsaft-Sterilisation verwendet

### **3.11.1.1.7. osmotische Trocknung**

neuartig  
 Eintauchen des Lebensmittels in eine hypertonische Lösung  
 es kommt zum Wasser-Entzug

### **3.11.1.1.8. Trocknung mit bakteriostatischen Gasen**

neuartig  
 Trocknung z.B. mit Kohlendioxid  
 keine Oxidation, keine (unerwünschten) Bräunungs-Reaktionen

### **3.11.1.1.9. elektrische Keim-Abtötung**

neuartig durch elektrische Hochspannungs-Impulse  
 OHMsches Verfahren:

Acti-JOULE- ???:

Hochspannungs-Impuls-Verfahren:



## **3.11.1.2. chemische Konservierungs-Verfahren**

### **3.11.1.2.1. Zuckern**

#### ***3.11.1.2.1.1. Gelieren mit Kohlenhydraten***

z.B. moderne Marmeladen, Konfitüren, Chutney's, ...  
bei alleinigem Einsatz wird nur kurzfristige Haltbarkeits-Verlängerung erreicht

### **3.11.1.2.2. Salzen**

#### **3.11.1.2.3. Pökeln und Räuchern**

### **3.11.1.2.4. Säuern**

#### ***3.11.1.2.4.1. Säuern mit Genuß-Säure***

0,5 – 5 % Säure-Gehalt  
Geschmack-liche Verbesserung steht im Vordergrund  
nur kurzfristige Verlängerung der Haltbarkeit möglich, Kombination mit anderen Methoden  
bringt zusätzliche Verbesserung der Haltbarkeit  
typisch Gurken, Mixed Pickles, ...

### **3.11.1.2.5. Alkalisieren**

### **3.11.1.2.6. Einlegen**

#### ***3.11.1.2.6.1. Einlegen in Öl***

#### ***3.11.1.2.6.2. Einlegen in Alkohol***

### **3.11.1.2.7. Einsatz chemischer Konservierungsstoffe**

#### ***3.11.1.2.7.1. Ethanol***

#### ***3.11.1.2.7.2. Salicylsäure***

Salicylsäure (Hydroxybenzoesäure)  
heute nicht mehr verwendet; verhindert ebenfalls Schimmelbildung

### ***3.11.1.2.7.3. Sorbinsäure***

Sorbinsäure (Hexa-2,4-diensäure)  
denaturiert Eiweiße, starke bakterizide Wirkung  
wird vom Menschen vollständig verdaut

### ***3.11.1.2.7.4. Benzoesäure***

### ***3.11.1.2.7.5. para-Hydroxybenzoesäureester***

PHB-Ester (para-Hydroxybenzoesäureester)  
sind sehr starke Gifte für die Enzymsysteme vieler Bakterien

verwendet werden z.B. PHB-ethylester und das PHB-propylester

### ***3.11.1.2.7.6. Biphenyle***

Biphenyle  
z.B. Diphenyl und Orthophenylphenol  
zur Oberflächenbehandlung von Citrusfrüchten  
nicht zum Verzehr geeignet

### ***3.11.1.2.7.7. Propansäure / Propionsäure***

Propionsäure (Propansäure)  
ebenfalls zur Oberflächen-Behandlung; besonders von Backwaren (Verhinderung der Schimmelbildung)  
wird vom Menschen abgebaut, rel. unbedenklich

### ***3.11.1.2.7.8. Geliermittel auf Protein-Basis***

### **3.11.1.3. biologische Konservierungs-Verfahren**

#### **3.11.1.3.1. Konservierung durch Bakterien**

##### ***3.11.1.3.1.1. Bakterien mit alkoholischer Gärung***

##### ***3.11.1.3.1.2. Bakterien mit Milchsäure-Gärung***

##### ***3.11.1.3.1.3. Bakterien mit anderen / zusätzlichen Gärungen***

z.B. Fermentierung bei der Produktion von schwarzem Tee, Kakao, Kaffee, ...

#### **3.11.1.3.2. Konservierung durch Pilze**

auch Produktion von natürlichen Antibiotika (Penizilline)

#### **3.11.1.3.3. Konservierung durch andere Organismen**

#### **3.11.1.3.4. Konservierung durch Proteine**

### 3.11.x. Experimente zu und mit Konservierungsmitteln / Konservierungsmethoden

#### Methoden zur Konservierung von frischem (Trauben- bzw. Frucht-)Saft

##### **Materialien / Geräte:**

Reagenzgläser; Früchte od. notfalls Fertig-Saft; 96 %iger Ethanol; konzentrierte Ameisensäure; Haushaltszucker; Benzoesäure; Brenner  
Arbeits-Lösung (Benzoesäure-Lösung): 1 Spatel Benzoesäure in 10 ml Wasser lösen

##### **Durchführung / Ablauf:**

- möglichst ungewaschene od. nur kurz gewaschene Früchte roh pürieren od. auspressen (→ Saft herstellen)
- ev. mit je einem Tropfen einer (Wein- od. Bäcker-)Hefe-Lösung beimpfen (z.B. bei Verwendung von Fertigsaft od. Früchten, die sehr gründlich gewaschen werden mussten)
- Saft auf Reagenzgläser (RG) verteilen (je 5 – 7 ml)
- 1. RG ist Vergleichsprobe
- 2. RG: 3 min vorsichtig kochen
- 3. RG: 3 – 5 ml Ethanol zugeben
- 4. RG: 2 Spatel Haushaltszucker zugeben
- 5. RG: 1 – 2 ml Benzoesäure-Lösung zugeben
- 6. RG: 2 ml konzentrierte Ameisensäure zugeben
- immer gut vermischen / schütteln; mit Wattebausch verschließen
- über 7 Tage einmal täglich beobachten (ev. so starten, dass 3. u. 4. Tag Wochenende ist)

#### Methoden zur Konservierung von Früchte-Stücken bzw. -Scheiben

##### **Materialien / Geräte:**

Früchte-Proben (Äpfel, Banane, Birne, Aprikose, ...); PETRI-Schalen mit Deckel; Schwefel od. Natriumsulfit od. Kaliumdisulfit od. Schweflige Säure; Ascorbinsäure; Essigessenz od. 10 %iger Essig

##### **Durchführung / Ablauf:**

- je eine Scheibe oder kleine Fruchthälfte der Probe(n) werden in die Mitte von PETRI-Schalen (PS) positioniert und dann, wie folgt weiterbehandelt:
- 1. PS: ist Vergleichsprobe
- 2. PS: 10 Tropfen halbverdünnte Essigessenz od. 10 %igen Essig auf die Scheibe(n) tropfen
- 3. PS: abgedecktes Becherglas mit Schwefeldioxid (Schwefel in Verbrennungslöffel erhitzen und zünden) od. 1 cm hoch mit Kaliumdisulfit-Lösung (+ verd. Salzsäure) od. Natriumsulfit-Lösung od. Schwefliger Säure füllen (bei den letzten beiden Lösungen ev. leicht erwärmen, damit Gas austritt); Fruchtscheibe wird vorher 4 – 5 min in den Gasraum halten
- 4. PS: 10 Tropfen einer 10 %igen Ascorbinsäure-Lösung (Vitamin C) auf die Scheibe(n) tropfen
- abdecken und über 7 Tage einmal täglich beobachten (ev. so starten, dass 3. u. 4. Tag Wochenende ist)

## Konservierung von Brot

### **Materialien / Geräte:**

PETRI-Schalen mit Deckel; Ascorbinsäure

### **Durchführung / Ablauf:**

- Brot-Scheibe od. –Stücke in PETRI-Schale (PS) mittig positionieren und dann, wie folgt weiterbehandelt:
- 1. PS: ist Vergleichsprobe
- 2. PS: 10 Tropfen Wasser auf das Brot geben
- 3. PS: 10 Tropfen einer 10 %igen Ascorbinsäure-Lösung (Vitamin C) auf die Scheibe(n) tropfen
- abdecken und über 7 Tage einmal täglich beobachten (ev. so starten, dass 3. u. 4. Tag Wochenende ist)

## Nachweis des Konservierungsmittels Schwefeldioxid

### **Materialien / Geräte:**

Probenmaterial (z.B. Trockenobst); selbsthergestelltes Iodat-Stärke-Indikatorpapier (→ [9.12. Herstellung ausgewählter Nachweis-Reagenzien und -Materialien](#)); demineralisiertes / destilliertes Wasser; Reagenzglas, Reagenzglashalter; Brenner

### **Durchführung / Ablauf:**

- Probenmaterial zerkleinern (kleine Würfel; 0,5 cm) und mit 5 ml demineralisiertem Wasser im Reagenzglas (RG) versetzen
- den präparierten Teil des Indikatorpapier anfeuchten und in die Reagenzglasöffnung halten / kleben
- RG bis zum Sieden langsam erhitzen

### **Hinweise:**

- Blaufärbung zeigt Schwefeldioxid an (Kontrollversuch mit verdünnter schwefliger Säure möglich)
- bei Verwendung von Leitungswasser zum Versetzen der Probe muß eine Blindprobe mit dem Leitungswasser zwingend durchgeführt werden

### **Grundlagen / Prinzipien:**

### **Materialien / Geräte:**

### **Durchführung / Ablauf:**

-

### **Zusatzuntersuchung:**

-

### **Hinweise:**

-

## 3.12. Farbstoffe

natürliche, naturidentische und künstliche Farbstoffe

Farbstoffe sind Substanzen, die durch Absorption- oder Emissions-Effekte die Anteile der auf das Auge wirkenden Lichtstrahlen und Licht-Wellenlängen (bzw. –Frequenzen) beeinflussen. Dadurch entstehen für den Menschen Farb-Eindrücke.

Farbstoffe sind färbende Substanzen, die Lebensmitteln zugesetzt werden, um den Lebensmitteln ein ansprechendes Aussehen oder eine bestimmte Farbe zu geben bzw. Verarbeitungsbedingte Farbverluste auszugleichen.

z.T. sehr hohes Gefahren-Potential

lt. gesetzlichen Regelungen viele Farbstoffe eigentlich Zusatzstoffe  
allg. hier vorgestellt, große Bedeutung in moderner Lebensmittel-Produktion

Farbe oft vom pH-Wert abhängig (Indikator-Funktion)  
z.B. Cyanidin aus dem Rotkohl



Rotkohl-Saft unter verschiedenen pH-Bedingungen  
Q: de.wikipedia.org (Supermartl)

obwohl die Verwendung von künstlichen bzw. zusätzlichen Farbstoffen in Lebensmitteln von Verbrauchern eher abgelehnt wird, fordert er sie indirekt für bestimmte Lebensmittel aus Tradition oder falscher Assoziation werden bestimmte Farbtöne gewissermaßen gefordert  
grüne Farbe von Waldmeister

Zuordnung bestimmter Lebensmittel zu bestimmten Farben

künstliche rote Erdbeer-Farbe stammt von Paeonidin (Methoxycyanidin) als Glucosid  
ist ein Anthocyan



## Exkurs: Licht und Energie

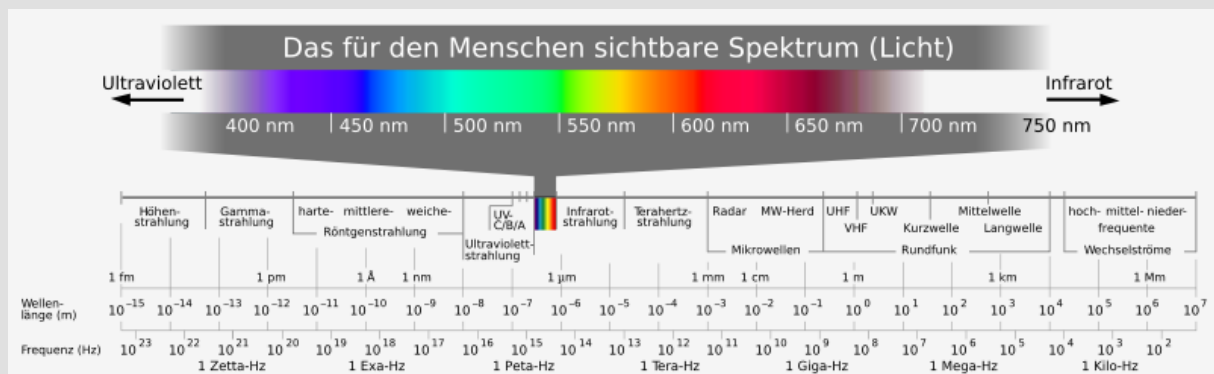
Licht ist eine Form der elektromagnetischen Strahlung. Im gesamten Spektrum der elektromagnetischen Strahlung nimmt das sichtbare Licht nur einen sehr kleinen Bereich ein. Das optische Spektrum umfasst die Farben des Regenbogens.

Die Wellenlängen ( $\lambda$  (lamda)) des Lichtes bewegen sich von 400 nm beim violetten Licht bis fast 700 nm beim roten. Über die Beziehung:

$$c = \lambda * f \quad ; \quad c \dots \text{Ausbreitungsgeschwindigkeit}$$

(z.B. Lichtgeschwindigkeit =  $2,998 * 10^8 \text{ m} * \text{s}^{-2}$ )

lässt sich eine Kopplung von Frequenz (f) und Wellenlänge berechnen. Das kurzwellige violette Licht hat eine relativ hohe Frequenz von 0,8 PHz (P = Peta =  $10^{15}$ ). Im Gegensatz dazu hat das langwellige rote Licht eine relativ kleinere Frequenz um die 0,4 PHz. Insgesamt ist es nur ein schmales Frequenzband – aber für uns Menschen und die Natur von herausragender Bedeutung.



Q: de.wikipedia.org (Horst Frank + Phrood + Anony)

In der Physik stellt Licht eine dimorphistische Struktur dar. Zum Einen ist es Welle - nachweisbar z.B. mit Brechungsversuchen an optischen Gittern. Lichtstrahlen zeigen Beugungsmuster und Interferenzen – beides Zeichen für Wellen. Zum Anderen kann Licht auch Teilchen-Charakter haben. Wir sprechen dann von Photonen – dem Lichtteilchen. Nachgewiesen kann dieser mit dem Äußeren lichtelektrischen Effekt (Herauslösung von Elektronen aus metallen durch Licht). Ein weiterer Hinweis auf den Teilchencharakter des Lichtes ist der COMPTON-Effekt (Beeinflussung freier Elektronen durch Photonen → Photonen und Elektronen verhalten sich wie Teilchen).

Für die Biologie ist vornehmlich die im Licht enthaltene Energie interessant. Man kann diese über:

$$E = h * f \quad ; \quad h \dots \text{PLANCKsches Wirkungsquantum} = 6,626 * 10^{-34} \text{ J s}$$

$$E = h * \nu \quad ; \quad \nu \dots (\nu) \text{ auch für die Frequenz (f) verwendet}$$

berechnen. Kurzwelliges / hochfrequentes Licht hat also eine höhere Energie als langwelliges / niederfrequentes.

Weißes Licht ist ein gleichmäßiges Gemisch aller Spektralfarben (kontinuierliches Spektrum). Nachfolgend vereinfacht auf fünf Farben des Regenbogens.

Die Energieauf- und -abgabe stellt man sich an Atomen und dementsprechend in Molekülen / Stoffen ungefähr so vor:

Die Elektronen eines Atoms bewegen sich auf Bahnen (Schale, besser Orbitalen) um den Kern. Die Energie des Elektrons bestimmt den Abstand zum Kern. Je höher die Energie, umso weiter ist das Orbital vom Atomkern entfernt.

Wird einem Atom Energie zugeführt, dann können die Elektronen diese u.U. aufnehmen (absorbieren). Dabei steigen sie vom Grundzustand auf eine höhere Elektronenschale (angeregter Zustand).

Für jedes Elektron sind nur bestimmte Sprünge (zu anderen Orbitalen) zugelassen. Es sind nicht etwa beliebige Zwischenwerte zulässig, sondern immer nur bestimmte Vielfache eines Quants.

Die Sprünge entsprechen praktisch bestimmten Lichtfrequenzen. Bei Absorptionen werden aus dem eingestrahlichten Licht bestimmte Spektrallinien herausgefiltert – diese entsprechen genau den absorbierten Energiequanten. Im restlichen Spektrum fehlen dann diese Lichtanteile.

Das angeregte Elektron ist nun bestrebt wieder seinen normalen Energiezustand zu erreichen. Dies geht nur, wenn die überschüssige Energie abgestrahlt (emittiert) wird.

Beim Emitieren der Energie werden wieder nur bestimmte Spektralfarblinien sichtbar – genau die Farben, die der abgestrahlten Energie entsprechen.

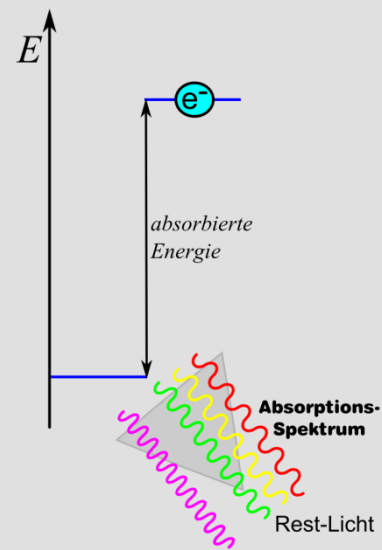
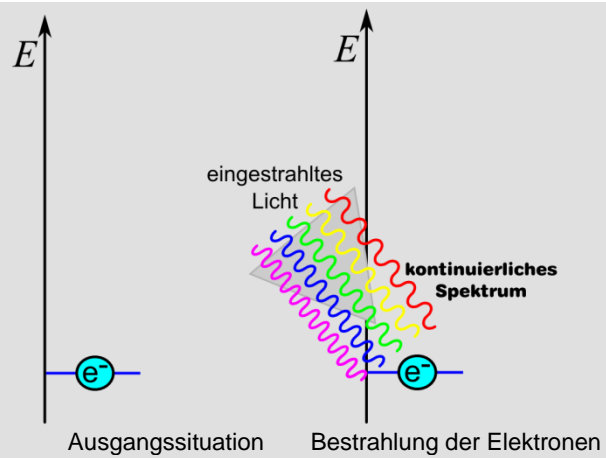
Absorbierte und emittierte Energie sind im Normalfall gleich (Resonanz). Dies bedeutet, die Lichtfarbe (Lichtfrequenz, Wellenlänge) die ein Elektron usw. absorbiert, wird auch wieder von ihm emittiert.

Die Spektrallinien sind für jedes Atom bzw. bestimmte Atomgruppen charakteristisch. Deshalb werden die Spektrallinien vielfach für qualitative Analysen (ähnlich der Flammenfärbung) benutzt.

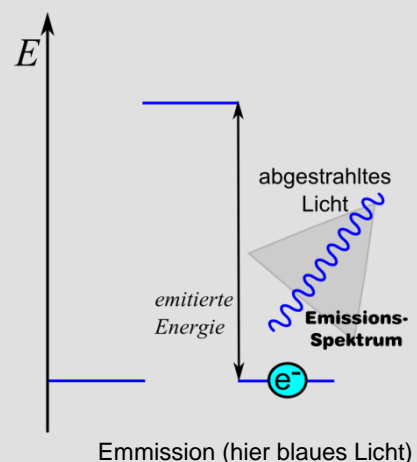
Die Beobachtung der emittierten Strahlung ist relativ einfach zu bewerten, da die emittierten Farben den Energien entsprechen. Ev. treten auch Mischfarben auf (additive Farbmischung).

Schwieriger ist die optische Bewertung von Absorptionsspektren. Die fehlenden Farbanteile bewirken eine Beobachtung der Komplementärfarbe (subtraktive Farbmischung).

Ein Beobachter sieht bei Absorptionsspektren die Komplementärfarbe zu den absorbierten Farbanteilen.



Absorption (hier des blauen Anteils)



Emmission (hier blaues Licht)

## **3.12.x. Azofarbstoffe**

chemisch mit dem Benzen (Benzol) verwandt

chemischer Grundkörper:

Verwendung in Süßspeisen, Speiseeis, Erfrischungsgetränken und feinen Backwaren

mehrere Azofarbstoffe stehen im (begründeten) Verdacht das Hyperaktivitäts-Syndrom auszulösen oder zumindestens zu verstärken

gerade im Zusammenhang mit Farbstoffen werden immer häufiger die Pseudoallergischen Reaktionen (PAR) diskutiert

gleiches Krankheitsbild, wie normale Allergie

Entstehungsmechanismus aber anders

einzige sichere Behandlung durch Meidung des Allergens möglich

Farbstoffe, die im dringenden Verdacht stehen:

- Amaranth (E 123) (rot)
- Azorubin (E 122) (rot)
- Brillantschwarz (E 151) (schwarz)
- Chinolingelb (E 104) (gelb)
- Conchenille (E 120) (rot)
- Conchenillerot A (E 124) (rot)
- Erythrosin (E 127) (rosa)
- Gelborange S (E 110) (orange)
- Tartrazin (E 102) (gelb)
- 

20 % der Personen, die Aspirin® (Schmerzmittel) nicht vertragen, bekommen auch beim Verzehr von Lebensmitteln mit Azofarbstoffen Probleme

typische Begleiterscheinungen: Asthma-Anfälle, laufende Nase, Nessel-Ausschlag, tränende Augen, Sehstörungen, Haut-Ödeme bis hin zum Schock

Erythrosin

enthält viel Iod (über die Hälfte des Molekulargewichts); Iod-Übersorgung im Tierversuch beobachtet

Verw. selektives Färben von Kirschen für Fruchtcocktails (kein auslaugen; verbleibt in den Kirschen)

für nachfolgende Farbstoffe seit 2010 besondere Kennzeichnung notwendig "kann Aktivität und Aufmerksamkeit bei Kindern beeinträchtigen"

### **Tartrazin (E 102)**

häufigster Allergieauslöser unter Farbstoffen (Personen, die gegen Aspirin allergisch sind zeigen oft auch eine Allergie gegen Tartrazin)

### **Gelborange S, Gelborange RGL (E 110)**

in Tierversuchen Nierentumore; (Personen, die gegen Aspirin und / oder Benzoesäure allergisch sind zeigen oft auch eine Allergie gegen Gelborange S)

**Chinolingelb (E 104)**

**Conchenillinrot, Ponceau 4 R, Victoriascharlach 4 R (E 124)**

**Azorubin, Carmoisin (E 122)**

**Allurarot AC (E 129)**

## 3.12.x. Experimente zu und mit Farbstoffen

### Gewinnung von Lebensmittel-Farbstoff(-Gemisch)en aus Smarties

#### **Materialien / Geräte:**

kleine Bechergläser (50 ml); Smarties (gleichviele je Farbe)

#### **Durchführung / Ablauf:**

- je Smartiesfarbe ein Becherglas (BG) zu einem Drittel mit Smarties befüllen (rund 20 ml)
- mit Wasser bis zur 20 ml-Marke auffüllen und mehrfach umschwenken, bis die Dragees weiß sind
- zur Aufkonzentration der Farbstoff-Lösungen diese entweder bis zur Hälfte eindunsten lassen oder mit jeweils neuen Smarties noch 2x die Dragee-Hüllen ablösen

### Chromatographische Trennung von Farbstoffen (Smarties)

#### **Materialien / Geräte:**

Laufmittel: 7 Volumenteile Ethanol (Brennspritus) mit 3 Volumenteilen Wasser mischen; als Trägermaterial: Schultafel-Kreide (Gips) oder Filterpapier (z.B. Rundfilter); Farbstofflösung (z.B. aus obigen Präparationsversuch oder ethanolische Lösungen von Methylenblau und Methylenrot sowie einem Gemisch aus beiden (dann reinen Brennspritus als Laufmittel)); kleine Bechergläser (20 – 50 ml); großes Becherglas (200 ml) mit Deckel (z.B. Uhrgläschen oder PETRI-Schale); Porzellanschale; Uhrgläschen (als Deckel für Porzellanschale)

#### **Durchführung / Ablauf:**

##### **Chromatographie mit Schultafel-Kreide:**

- 1 ml Farbstoff-Lösung in kleines Becherglas füllen; Kreidestück reinstellen und warten, bis die Lösung aufgesogen wurde; Kreidestücke nun trocken
- Laufmittel rund 0,5 cm hoch in das Becherglas füllen; Kreide in das Becherglas stellen (ev. leicht schräg gegen die Wand stellen); mit Deckel abdecken
- laufen lassen, bis Laufmittel 1 – 2 cm unter Kreide-Oberkante erreicht hat (bei Bedarf sehr vorsichtig Laufmittel (mit Pipette) dazugeben)
- Kreidestücke trocknen lassen

##### **Chromatographie mit Rundfilter:**

- Mittelpunkt des Filterpapiers mit Bleistift kennzeichnen; mit Zirkel einen Kreis ziehen (Radius 1 – 1,5 cm); auf dem Kreis so viele Auftragepunkte kennzeichnen (immer gleicher Abstand zueinander), wie Probe-Lösungen benutzt werden sollen; Punkte beschriften
- mit sehr feinen Pipetten die Probelösungen auf die Auftragepunkte tropfen und immer wieder eintrocknen lassen (die Probepunkte sollen möglichst klein sein!)
- Rundfilter in der Mitte lochen (2 – 3 mm quer); einen passenden Docht aus Filterpapier rollen und durch das Loch stecken; Docht muß in der Porzellanschale bis in das Laufmittel reichen und oben (am Chromatographie-Papier) 3 – 5 mm überstehen
- Laufmittel rund 1 cm hoch in die Porzellanschale füllen; Papierkonstruktion in die Porzellanschale stellen; mit nach oben gewölbten Uhrgläschen abdecken
- laufen lassen, bis Laufmittel kurz vor Porzellanschalen- oder Uhrgläschen-Rand angekommen ist (bei Bedarf sehr vorsichtig Laufmittel (mit Pipette) dazugeben)
- Papierkonstruktion trocknen lassen; Docht ev. erst nach dem Trocknen entfernen

#### **Hinweise:**

- als "unbekannte" – zu identifizierende – Lösung kann ein Praktikumsteilnehmer aus 3 der Rein-Lösungen ein Gemisch herstellen (Aufgabe ist dann die Erkennung der Rein-Lösungen)

## **pH-Abhängigkeit der Farbe von Rotkohl-Saft**

### ***Grundlagen / Prinzipien:***

Rotkohl-Saft enthält den Farbstoff Cyanidin, der unter normalen Bedingungen (Ernährung, Lebensmittel) Farben von Rot bis Blau einnehmen kann. Unter extremen basischen Bedingungen ist auch die Gelb-Färbung möglich.

### ***Materialien / Geräte:***

Reagenzgläser (roh oder gekocht), Rotkohlsaft, Salzsäure-Lösung, Essigsäure-Lösung, Natriumhydroxid-Lösung

### ***Durchführung / Ablauf:***

- geben in 10 bis 12 Reagenzgläser jeweils die gleiche Menge Rotkohlsaft (5 – 7 ml)
- geben Sie nun vorsichtig (Tropfen-weise) Säure dazu, bis ein neuer Farb-Ton auftaucht; die Tropfen zählen und protokollieren
- dann neuer Versuch mit nächstem Reagenzglas (wenn sich die Farbe bei Säurezusatz nicht mehr ändert, dann aufhören)
- nun das Gleiche unter Zusatz von Base-Lösung durchführen

### ***Zusatzuntersuchung:***

- bestimmen Sie Sie mit Hilfe von pH-Papier oder einem pH-Meßgerät den exakten pH-Wert der einzelnen Lösungen

### ***Grundlagen / Prinzipien:***

### ***Materialien / Geräte:***

### ***Durchführung / Ablauf:***

-

### ***Zusatzuntersuchung:***

-

### ***Hinweise:***

-

## **3.13. weitere Stoff-Gruppen und Einzel-Stoffe**

### **3.13.1. bioaktive Stoffe**

modernes Schlagwort für Vielzahl von Stoffen

Einteilung:

- sekundäre Pflanzenstoffe (gemeint sind Stoffe des Tertiär-Stoffwechsels von Pflanzen)
- Ballaststoffe
- Stoffe in fermentierten Lebensmitteln

### **3.13.x. Myristicin**

aus der Muskatnuß

bei Kindern können 2 Nüsse tödlich sein

15 g gemahlene Nüsse zeigten bei Kindern und Erwachsenen schwere Vergiftungs-Erscheinungen

Absonderung von anderen Personen, Entpersönlichung, Unwirklichkeit, Veränderung der Denkfähigkeit, optische und musikalische Hallzinationen, Herabsetzung der Wahrnehmung, teils Euphorie, teils Depressionen, Weinen, mehrtägiger tiefer Schlaf, Wiederholung der Symptome in 1 – 2tägigen Abständen bis zu 10 Tage lang

## 3.14. Zusatzstoffe

E-Stoffe lt. EU-Richtlinie  
z.T. schon einzeln besprochen  
hier noch mal im Sinne des Lebensmittel-Gesetzes

müssen genehmigt sein

Verwendung nur, wenn:

- technisch notwendig
- den Verbraucher nicht täuschend

und

- gesundheitlich unbedenklich

es gelten die "Regeln der Guten Herstellungspraxis" (Good Manufacturing Practice, GMP): "So viel wie nötig, so wenig wie möglich." (quantum satis, qs)

beim Verbraucher werden Zusatzstoffe eher negativ empfunden, assoziiert damit:

- Vergiftungen
- Allergien
- Täuschungen / Betrug
- allgemeine Gesundheitsgefährdungen

### 3.14.x. Aromen

**natürliches XYZ-Aroma** stammt wirklich von bzw. aus der Quelle XYZ  
natürliches Erdbeer-Aroma wird also aus Erdbeeren hergestellt

Ananas-Aroma besteht aus 225 derzeit bekannten Substanzen, von denen man 58 quantitativ fassen konnte (üblich Mengen von 0,08 ppm bis runter auf unter 0,0005 ppm)

Aroma aus Erdbeeren (Extrakt) enthält rund 300 verschiedene Stoffe (≈90 Carbonsäureester, ≈30 Carbonsäuren, ≈40 Alkohole und Ketone, einige Schwefel-Verbindungen, ...)

Hauptbestandteile (4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanon, Decano-4-lacton, (E)-Hex-2-en-1-ol, (E)-Hex-2-en-1-al, Hex-2-en-1-ylacetat, Linalool, Methylantranilat, Buttersäureethylester und Hexansäureethylester)

**natürliche Aroma XYZ** heißt, das Aroma wird natürlich – aus / mit Lebewesen – gewonnen  
natürliches Aroma Erdbeer wird aus speziellen Schimmel-Pilzen gemacht

**naturidentisch** bedeutet, dass die Mischung verschiedener Stoffe (können auch synthetisch produziert worden sein) weitgehend dem originalen Aroma entspricht; zugesetzte Stoffe müssen auch im Original-Aroma (natürliches XYZ-Aroma) enthalten sein

**synthetisch** entspricht wirklich auch dem ausgedrückten Begriffs-Verständnis, die Stoffe werden synthetisch hergestellt und kommen in der Natur i.A. nicht (so) vor  
z.B. Red-Bull, amerikanische Bubble-Gum

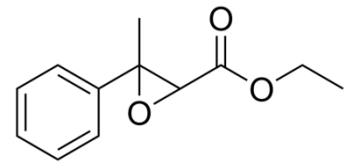


die größte Menge von Aromen sind nicht die für Frucht-Joghurt und andere Frucht-Produkte, wie man vielleicht geneigt ist zu denken. Haupt-Produktion befasst sich mit Zwiebel-, Schinken- und Salami-Aromen für die Chips-Industrie.

(künstlich hergestelltes,) starkes Erdbeer-Aroma: Ethylmethylphenylglycidat (2,3-Epoxy-3-methyl-3-phenylpropansäure-ethylester); fälschlicherweise häufig als Erdbeer-Aldehyd bzw. "Aldehyd C16" bezeichnet es gibt cis- und trans-Form mit unterschiedlichem Eigen-Geruch bzw. -Aroma

Gemisch aus beiden entspricht Erdbeer-Aroma die Farbe stammt übrigens vom Paeonidin (Methoxycyanidin) als Glycosid

Kostenpunkt rund 50 – 70 Euro/kg



künstliches Erdbeer-Aroma  
Q: de.wikipedia.org ()

### **3.14.x. Konservierungsstoffe**

wegen großer Bedeutung extra behandelt (→ [3.11. Konservierungsstoffe](#))

### **3.14.x. Farbstoffe**

wegen großer Bedeutung extra behandelt (→ [3.12. Farbstoffe](#))

### **3.14.x. Feuchthaltemittel**

Humectants  
Stabilisierung oder Erhöhung des  $a_w$ -Wertes

### **3.14.x. Gelier- und Verdickungsmittel**

Bildung von Hydro-Kolloiden  
haben im Organismus Ballaststoff-Eigenschaften

### **3.14.x. Stabilisatoren**

Funktionen:  
• Erhaltung der Konsistenz

- Erhaltung und Regulation des Feuchte- bzw. Wasser-Gehaltes
- wirken häufig als Emulgatoren
- binden Luft-Bläschen in Massen / Flüssigkeiten
- erzeugen ein bestimmtes Mundgefühl

E-Nr.	Name Bezeichnung	Gruppenzugehörigkeit	Verwendung spezielle und Auch-Verwendung
<b>1. Farbstoffe</b>			
E100	Kurkumin		
E101	Lactoflavin		
E123	Amaranth		
E140	Chlorophylle		
E150	Zuckerkulör		
E160	Carotin		
E162	Beetenrot		
<b>2. Konservierungsstoffe</b>			
<b>E200 - E203</b>	<b>Sorbinsäure deren Salze</b>	<b>und Konservierungsmittel</b>	
E200	Sorbinsäure		
<b>E210 - E213</b>	<b>Benzoessäure deren Salze</b>	<b>und Konservierungsmittel</b>	
E200	Sorbinsäure		
E220	Schwefeldioxid		
E230	Bi, Diphenyl		
E231	Orthophenylphenol		
E233	Thiabendazol		
E236	Ameisensäure		
E249	Nitrite		
E260	Essigsäure		
E270	Milchsäure		
E280	Propionsäure		
<b>3. Antioxidantien</b>			
E300	Ascorbinsäure		"Vitamin C"-Zusatz
E306	Tocopherol		"Vitamin "-Zusatz
E322	Lecithine		s.a. Emulgatoren
E220	Schwefeldioxid		s.a. Konservierungsstoffe

E-Nr.	Name Bezeichnung	Gruppenzugehörigkeit	Verwendung spezielle und Auch-Verwendung
<b>4. Emulgatoren</b>			
E322	Lecithine		
E470	Speisefettsäuren		
<b>5. Dickungs- und Geliermittel</b>			
E406	Agar-Agar		
E410	Johannesbrotkernmehl		
E412	Guarkernmehl		
E413	Targanth		
E414	Gummi arabicum		
E440	Pektine		
E1414 - 1422	Gelantine, Stärke		
<b>6. Zuckeraustauschstoffe</b>			
E420	Sorbit		
E421	Mannit, Xylit		

## 3.15. Rückstände, Kontaminierungen, Verseuchungen,

...

### 3.15.1. Allgemeines und Einführung

chemische Pflanzenschutzmittel  
Medikamente  
radioaktive Stoffe und Kontaminierungen  
Produktionshilfsmittel (Geräte(-teile) und Chemikalien (Schmiermittel, Reinigungsmittel, Trennmittel, Diesel, ))  
Schutzatmosphären  
Mikroorganismen, Viren, Prionen

#### 3.15.1.1. Grundlagen

##### 3.15.1.1.x. Toxikologische Kennwerte

*LD<sub>50</sub>, LD50 – Letale Dosis*

*NOEL bzw. NOEC*

**No Observed Effect Level** oder **Concentration**  
maximale Dosis usw., bei der keine signifikanten Beeinflussungen des menschlichen Organismus festgestellt wurden  
sozusagen Wirkungs-lose Menge / Dosis  
fußen meist auf Studien an Nagetieren (Mäuse, Ratten), von der Applikation (Zuführung) und vom Messverfahren abhängig

methodisch bedenklich, da niemals alle (möglichen (und "unmöglichen")) Wirkungen erfasst werden können  
außerdem wird nur ein Wert aus einer Dosis-Reihe verwertet, Aussagen auf andere Dosierungen sind nur Näherungs-weise möglich

*NOAEL*

### **No Observed Adverse Effect Level**

maximale Dosis usw., bei der keine signifikanten negativen Beeinflussungen des menschlichen Organismus festgestellt wurden  
füßen meist auf Studien an Nagetieren (Mäuse, Ratten), von der Applikation (Zuführung) und vom Messverfahren abhängig  
deshalb immer nur Orientierungs-Werte, die durch Erfahrungs-bedingte Umrechnungen, eines Sicherheits-Faktors und günstige Schätzungen auf den Menschen angewendet werden  
(meist wird von der empfindlichsten Tierart ausgegangen)

### ***DT<sub>50</sub>, DT50*** –

Halbabbauprodukt für eine Substanz, ähnlich Halbwertszeit bei radioaktiven Stoffen

sind auch in der Lebensmittel-Industrie bedeutsam, da mit den Resten oder gar Kontaminierungen und Belastungen durch verspätete oder falsche Einsatzparameter zu rechnen ist

nicht jeder Befall ist auch wirklich gefährlich → natürliche Gleichgewichte mit Raubtieren und Fressfeinden sowie Parasiten und Krankheiten → erst ab bestimmten Befallsgrenzen wirklich gefährlich  
meist bedingt durch riesige Anbaugelände od. Monokulturen

### **Problemfragen vor der Auswahl, dem Einsatz und Folgeabschätzung eines Pflanzenschutzmittels**

1. wirkt das Mittel als Kontaktmittel (nur auf der Oberfläche) oder systemisch (in den Zellen od. den Pflanzensäften)
2. wie wird das Mittel eingesetzt (Formulierung): Spray, Staub, Lösung, Emulsion, Granulat, Anzahl von Behandlungen / Wiederholungen
3. wirkt es protektiv (vorbeugend) od. kurativ (Behandlung bei beginnenden Befall mit Verhinderung der Ausbreitung) od. eradikativ (Behandlung eines (Voll-)Befalls)
4. wie lange ist die Wirkungsdauer, welche Warte-Zeiten sind einzuplanen und einzuhalten (Karrenzzeiten)
5. besteht eine Gefährdung des Grundwassers
6. kommt es zu Anreicherungs-Effekten (Akkumulation) in der Nahrungskette
7. wie wird das Mittel in der Natur abgebaut (? Gefährlichkeit der Metaboliten), gibt es Nachwirkungen auf Folgekulturen

nach /21, S. 466, 484/

Wirkstoffe, deren Metaboliten und die Abbauprodukte wandern im Ökosystem und beeinträchtigen auch andere – z.B. angrenzende – Bestandteile bzw. Ökosysteme.  
Oft sind solche Stoffe noch Jahre nach einem Einsatz in nicht unbeträchtlichen Mengen im Ökosystem vorhanden.

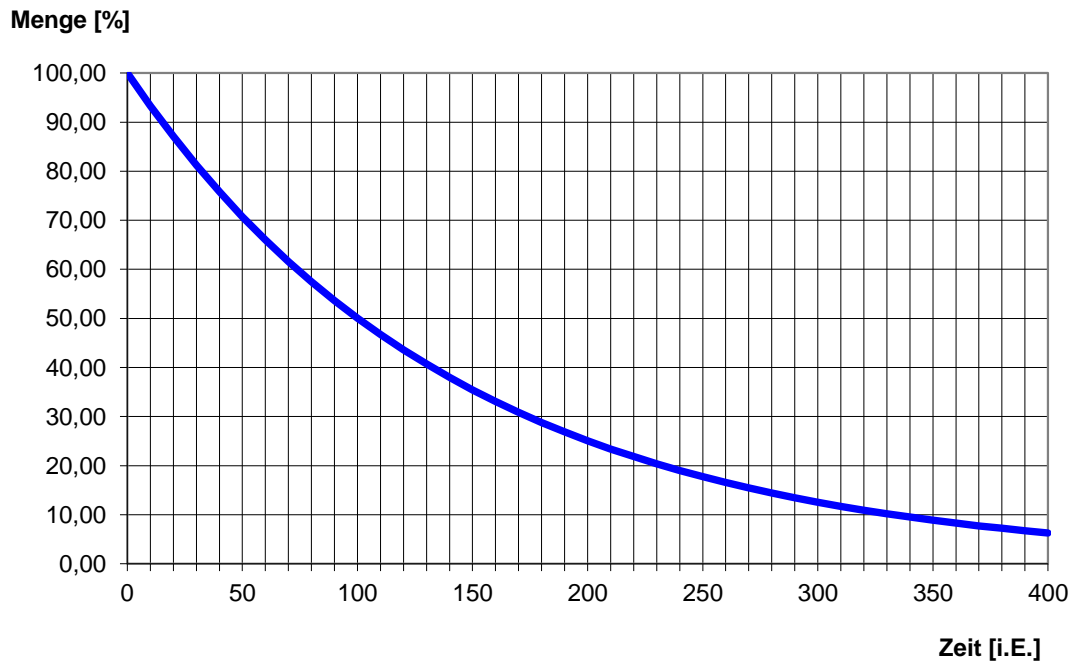
Gefahr der Bildung von Resistenzen durch zu häufige, unkoordinierte und falsche Verwendung. Dadurch bei wirklicher Notwendigkeit dann Einsatz von gefährlicheren, kostenintensiveren, ... Mitteln notwendig. Ev. sind die Schadorganismen irgendwann / dann gegen alle verfügbaren und einsetzbaren Mittel resistent.

Halbwertszeiten – im Prinzip wie bei radioaktiven Stoffen

DT<sub>50</sub>

z.B. DT<sub>50</sub> = 100 d

## Abbau eines Stoffes



→ Festlegung von Karenz-Zeiten (Zeit vom letzten Einsatz bis zur Ernte) unter der Bedingung, dass keine Gesundheitsgefährdung mehr zu erwarten ist (da bleiben aber in der Praxis viele Fragen offen!)

Einsatzmengen werden nach Tier-Tests festgelegt → erbringen einen sogenannten no-effect-level, dieser wird zur Sicherheit durch 10 geteilt (immer nur Tiere (meist Ratten) verwendet, 1:1-Anwendung auf den Menschen wird unter Toxikologen z.T. kritisch gesehen), deshalb noch einmal Teilung durch 100 → also praktisch durch 1.000 geteilt

### Exkurs: Dirty Dozen

eine Gruppe von 12 organischen Stoffen, die sehr giftig sind und die unter Verdacht stehen Krebs und Erbschäden zu verursachen

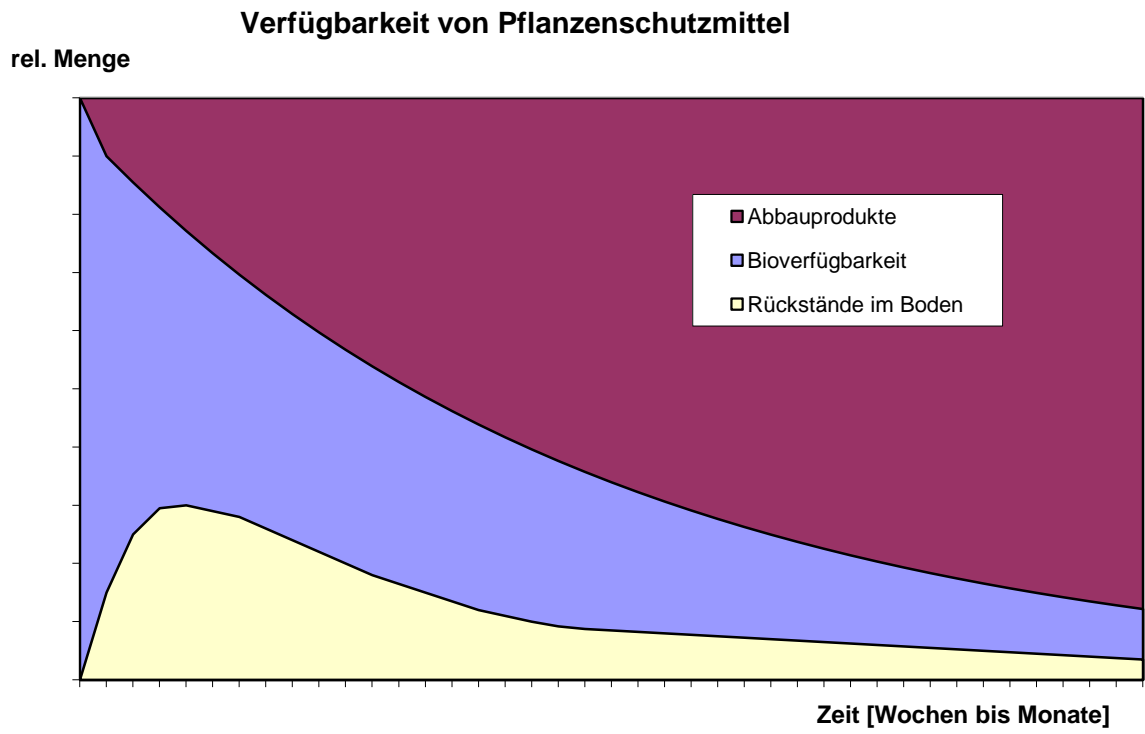
sie sind nur schwer in der Natur abbaubar und damit sehr langlebig

sie akkumulieren (sammeln sich in der Nahrungskette immer mehr an)

Kurz- od. Gruppen-Bezeichnung	vollständiger od. ausführlicher Name	Bemerkungen
Aldrin		
Chlordan		
DDT		
Dieldrin		
Endrin		
Heptachlor		
Mirex		
Toxaphen		
PCB's		
Hexachlorbenzen		
Dioxine		
Furane		

mit der Stockholmer Konvention vom 22.05.2001 weltweit verboten  
seit 2004 in Kraft

# Modell zum Verhalten von Pflanzenschutzmitteln



Q: nach FÜHR aus /21/, geändert



### 3.15.1.2. Lebensmittel-Skandale

#### 3.15.1.2.1. Einführung / Allgemeines

#### 3.15.1.2.2. Historie größerer Lebensmittel-Skandale

<b>Jahr / Zeitraum</b>	<b>Benennung / Beschreibung</b>	<b>Folgen / Veränderungen / ...</b>
1997	illegale Rindfleisch-Exporte aus Großbritannien, es bestand der Verdacht und die Gefährdung für eine BSE-Verseuchung	
2003	Dioxin im Futtermittel eine defekte Trocknungsanlage (Thüringen) hat über lange Zeit hinweg weiterproduziert; rund 2100 t Futtermittel wurden mit Dioxin verseucht	
2005	Gammelfleisch-Skandal ein Fleischhändler (Bayern) importiert Geflügel-Abfälle, die nicht für die menschliche Ernährung geeignet sind, deklariert sie um und verkauft sie im großen Stil an Lebensmittel-Produzenten auf Produzenten-Seite wird die (deutlich) mangelnde Qualität (Farbe, Geruch, ...) übertüncht	
2006	Gammel-Eier-Skandal verdorbene Eier werden von einem Verarbeiter (Oberbayern) in Flüssig-Ei-Produkte eingearbeitet, Lieferung an diverse Nudel-Hersteller und Großbäckereien	
2008	Gammel-Käse aus Italien werden verschiedene Käse mit starken Verunreinigungen (Mäuse-Kot, Würmer, ) importiert, geschätzte Menge 11.000 t Ursache war auch die widerrechtliche Verarbeitung von Produktionsabfällen, vergammelten Rückläufen usw.	
2010	Dioxin-Skandal ein Produzent für Tierfutter () mischt technische Fette in Tierfutter, einige Chargen der als "nicht für die menschliche Ernährung" deklarierten Fette waren bei der Produktion (???) mit Dioxin kontaminiert worden	


### **3.15.1.2.3. Bedeutung und Folgen der Lebensmittel-Skandale**

#### ***übergreifende gesundheitliche Folgen***

Sensibilisierung für ganze Gruppen von Stoffen  
allgemeine Schwächung des Immun-Systems

#### ***weitere Folgen beim Konsumenten***

Ablehnung und Verzicht bestimmter Lebensmittel, oft weit über den Skandal-Zeitraum hinaus

#### ***Folgen für das Image der Lebensmittel-Wirtschaft***

kein Vertrauen beim Konsumenten, immer unsicheres Gefühl beim Verbraucher

#### ***wirtschaftliche Folgen***

z.T. extreme Umsatz-Einbrüche  
Schadenersatzforderungen  
Mehraufwand durch gesetzlich vorgeschriebene Tests und Kontrollen (oft zusätzlich zu Betriebs-eigenem Kontroll-System)  
Dokumentations- und Büro-Aufwand

#### ***politische Folgen***

gesetzliche Regelungen  
neue Kontrollstrukturen

### 3.15.1.3. Gefahrenpotential von Rückständen, Kontaminierungen, Verseuchungen, ...

große Gefahr geht von Resten (Rückständen) aus sowie von Synergie-Effekten (die in der Masse völlig unbekannt und nicht untersucht sind), normalerweise werden die einzelnen Wirkstoffe ausreichend untersucht und das Gefährdungspotential festgelegt, bei der Zulassung oder Festlegung von Maximalmengen werden die Grenzwerte zur Sicherheit meist um eine bis zwei Zehnerpotenzen geringer angesetzt

die Synergie-Effekte treten zwischen verschiedenen Mitteln auf, sie verstärken oder behindern sich gegenseitig, Faktoren bis zum 1000x nachgewiesen, größere Effekte aber vermutet, Untersuchungen der Synergie-Effekte sind wegen der Vielzahl von Möglichkeiten extrem eingeschränkt

Synergie-Effekte auch mit Produktionsmitteln (Chemikalien, Geräte) denkbar  
aus Profitgier oder Unkenntnis oft auch unsachgemäße Anwendung

derzeit über 300 Wirkstoffe in tausenden von Kombinationen, Formulierungen und Vermarktungsnamen (z.B. auch Hausmarken der Baumärkte) im Handel

Nichteinhaltung von Karrenzeiten

Anteil sensibilisierter oder allergisch reagierender Personen nimmt zu, hier können schon Spuren, die normal als unbedenklich gelten, eine starke Reaktion auslösen  
auch schon Multiallergen-veranlagte Personen bekannt, sie reagieren auf Gruppen von Stoffen oder gar auf viele Stoffe oder Stoffgruppen allergisch, besonders gefährlich, wenn Stoffe nicht auf den Etiketten verzeichnet (deklariert) sind

Langzeitwirkungen z.T. unbekannt oder nicht umfassend genug untersucht, Anreicherungen in der Nahrungskette, unbekannte Wirkungen durch Wirkstoffe und deren Metaboliten in Folgegliedern der Nahrungskette

Bildung neuer Metaboliten in anderen Organismen / Folgegliedern der Nahrungskette (werden meist nämlich nicht mehr untersucht)

saisonale Belastung, kritische Entwicklungs-Stadien des Menschen bleiben oft unbeachtet (Schwangerschaft, Stillzeit, Pubertät, Kindheit, ...)

unterschiedlichste (manchmal bedenkenlose) Gesetzgebung in den Einsatzländern, mangelnde Kontrolle (zu teuer, da zu viele Stoffe in sehr kleinen Mengen gesucht werden), zu viele Quellen aus denen die Produkte kommen, zu schnelllebig, wenn Proben genommen werden, dann bleibt keine Untersuchungszeit bis zum Vertrieb (leicht verderbliche Ware)

dazu Kürzungen der Mittel (und des Personals) in den staatlichen Kontroll-Einrichtungen, private Kontrollen nicht 100% vertrauenswürdig ("Wer beißt schon in die Hand, die ihn ernährt?")

für Mutationen reichen wenige Moleküle aus (theoretisch ein Einziges), Mutationen in Körperzellen können Gewebe-Veränderungen (bis Krebs) bewirken, Mutationen in Geschlecht-Zellen (Keimzellen) können sich auch auf Folgegenerationen auswirken

Bildung von Giftstoffen durch zu lange Lagerzeiten, z.B. bei Fleisch-Konserven kann Botulinus-Bakterium sich entwickeln und das Botulinus-Toxin bilden, Nervengift

Salmonellen beim falschen Auftauen oder Lagern, auch Nichteinhaltung der Kühlkette ist große Gefahrenquelle,

Verunreinigen (z.B. Schimmelpilze) können sich zum Ende der üblichen Haltbarkeitszeiten schon verstärkt bilden, manchmal auch schon deutlich früher, weitere Gefahr nicht sachgerecht verschlossene Verpackungen (z.B. Joghurt-Becher), Pilze leben im Lebensmittel (bilden dort Einzelzellen (z.B. die Hefen) oder Myzele (z.B. die Schimmelpilze)), Pilzrasen oder Kammhäute sind dann schon Zeichen von massiven oder längeren Befall, Schimmelpilzrasen sind die Fruchtstände der Schimmel-Pilze, die sich erst später auf und aus dem Myzel heraus bilden

Giftstoffe aus Zersetzungsprodukten von Mikroorganismen

toxikologisch vertretbare Höchstmenge (permissible level)  
basiert auf ADI-Wert (acceptable daily intake) wird international von einer Kommission festgelegt  
(keine sicheren Kriterien!)

$$\text{permissible\_level} = \frac{\text{ADI} * m[\text{Körper}]}{m[\text{Tagesverzehr}]}$$

ergibt Wert bezogen auf mg [Wirkstoff]

Körpermasse typischerweise mit 60 kg angesetzt und die Verzehrmenge mit 0,4 kg eines Nahrungsmittels (mit Wirkstoff ???)

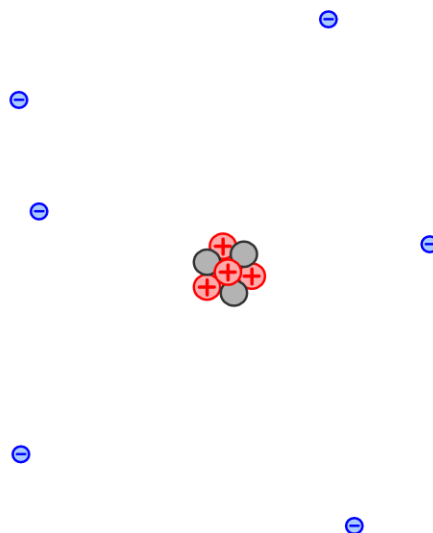
## 3.15.2. Radioaktivität

Radioaktive Vorgänge sind immer Veränderungen des Atom-Kerns.

In der Wissenschaft – mehr eigentlich in der Schul-Wissenschaft – scheiden sich die Geister, ob es sich hier nun um Physik oder Chemie handelt. Im Prinzip ist das einfach eine Definitionsfrage und eine Sache der Auslegung. Man kann die Chemie als einen Teil der Physik auffassen, als den Teil, der sich mit den Veränderungen der Atomhülle beschäftigt. Dazu kommen natürlich dann noch die Veränderungen der Stoffeigenschaften usw. usw. In diesem Sinne ist Radioaktivität keine Chemie und verbleibt in der Domäne der Physik. Anders kann man die Chemie aber auch als Wissenschaft von den Stoffveränderungen (, Teilchenveränderungen, Energieveränderungen und Teilchenveränderungen) auffassen. Bei solcher Betrachtung gehört dann die Radioaktivität praktisch dazu, da es eben zu Veränderungen der Teilchen (und Stoffe) kommt. Aus meiner wissenschaftlichen Schule heraus handelt es sich um physikalische Vorgänge. Sie können das aber gerne für sich anders sehen, es ändert überhaupt nichts am Sachverhalt.

Alle Stoffe bestehen bekanntermaßen aus Kugel-förmigen **Atomen**. Diese sind nicht wirklich unteilbar, wie ihr Name es uns suggeriert, sondern sie lassen sich in wesentlich kleinere Teile zerlegen. Ein Atom besteht zunächst einmal aus dem – im Mittelpunkt der (gedachten) Kugel gelegenen – **Atom-Kern** und der umgebenen **Atom-Hülle**.

Der Atom-Kern selbst besteht aus positiv geladenen **Protonen** ( $\oplus$ ;  $p^+$ ) und neutralen **Neutronen** ( $\ominus$ ;  $n$ ). Die Neutronen stellen gewissermaßen eine Kit-Substanz dar, mit denen die gleich geladenen Protonen zusammengehalten werden. Wegen der gleichen positiven Ladung stoßen sie sich gegenseitig ab. Die Neutronen halten den Kern als kompaktes Gebilde zusammen. Um den Atom-Kern herum befindet sich die Atom-Hülle, in der sich die negativ geladenen Elektronen ( $\ominus$ ;  $e^-$ ) bewegen.



Normalerweise enthält die Hülle genauso viele Elektronen, wie Protonen im Kern enthalten sind. Wir sprechen dann von (neutralen) Atomen. Weicht die Zahl der Elektronen nach oben oder unten ab, dann handelt es sich um ein (geladenes) Ion. All dieses spielt bei radioaktiven Vorgängen keine Rolle, so dass wir die Atom-Hülle (und die Elektronen) hier vernachlässigen können.

In den meisten Abbildungen werden Atome immer als abgegrenztes Gebilde – eine Kugel – dargestellt. Praktisch gibt es aber keine äußere Grenze. Irgendwann endet der Bereich der Elektronen dieses Atom's und der Bereich der Elektronen eines angrenzenden Atom's beginnt. Die Elektronen stoßen sich wegen ihrer gleicher Ladung ebenfalls untereinander ab.

Die Anzahl der Protonen bestimmt die Art des **Elementes**. So gehören z.B. alle Atomkerne mit 6 Protonen zum Element Kohlenstoff. Bei Bedarf wird die **Kernladungszahl Z** (auch: **Ordnungszahl**; hier eben 6 positive Ladungen) links unten an das Elementsymbol geschrieben. Bei Kohlenstoff also  ${}_6\text{C}$ .

Die Protonen und die Neutronen bestimmen im Wesentlichen (zu 99,999%) das Atomgewicht. Ein Proton und ein Neutron wiegen jeweils 1 u, das sind  $1.670 \cdot 10^{-27}$  g. Die Masse der Elektronen ist auch im Vergleich zu den Protonen und Neutronen mit  $0,9 \cdot 10^{-27}$  g sehr klein (Faktor 1/1850).

Erst bei größerern Atomzahlen können wir Atome wirklich wiegen (zumindestens althergebracht mit Waagen). In den Naturwissenschaften hat man sich dabei auf die Teilchenzahl von  $6,022 \cdot 10^{23}$  Teilchen geeinigt, was genau einem Mol (1 mol) entspricht. Ein Mol C-Atome wiegt 12 g.

Hat man viele Millionen von Kohlenstoff-Atomen, dann erhält man die für uns sichtbare Stoff-Probe Kohlenstoff. Diese Stoff-Probe kann völlig unterschiedlich aussehen, also z.B. ein Häufchen Ruß, ein kleines grau-glänzendes Stückchen Graphit oder auch ein kleiner Diamant-Kristall. Alles ist Kohlenstoff, nur immer in verschiedenen **Modifikationen**. Neben den Modifikationen Graphit und Diamant (mit dem Sonderfall Lonsdaleit) kennen wir heute noch eine weitere natürliche Modifikation die Fullerenen (Buckminsterfulleren, Buckyballs). Ruß besteht im Wesentlichen aus Kohlenstoff in der Graphit-Modifikation und einigen Fullerenen. Die heutige Physik und Technik kann eine weitere Modifikation herstellen – die aber aus unserer derzeitigen Kenntnis heraus nicht in der Natur vorkommt – die Carbon-Nano-Röhren. Alle diese verschiedenen Modifikationen haben die gleichen radioaktiven Eigenschaften, wie

wir noch sehen werden. Modifikationen haben nichts mit der Radioaktivität zu tun. Wir haben den Begriff hier nur wegen der Vollständigkeit und zur Abgrenzung erläutert.

Kommen wir zurück zu den Atom-Kernen. Die Anzahl der Neutronen im Kern schwankt meist um eine bestimmte Anzahl. Zumeist ist die Zahl der Neutronen gleich oder größer als die Protonen-Zahl. Die verschiedenen Atom-Kerne (mit den unterschiedlich vielen Neutronen) heißen **Isotope**. Zur Charakterisierung der Atome nutzt man neben der Kernladungszahl noch die **Massenzahl A**. Sie setzt sich aus der Anzahl der Protonen und Neutronen zusammen. Bei Bedarf schreiben wir die Massenzahl links oben an ein Element-Symbol.

Die Neutronen-Zahl N wird nicht direkt an das chemische Symbol geschrieben. Sie lässt sich jederzeit über den Zusammenhang  $A = Z + N$  – also durch die Formel:

$$N = A - Z$$

N ... Neutronenzahl

A ... Massenzahl

Z ... Ordnungszahl od. Kernladungszahl

berechnen.

Vom Kohlenstoff kennen wir die Isotope  $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$  und  $^{14}\text{C}$ . Die künstlich hergestellten Isotope  $^{10}\text{C}$ ,  $^{11}\text{C}$ ,  $^{15}\text{C}$  und  $^{16}\text{C}$  können wir in unseren weiteren Betrachtungen vernachlässigen. Häufig spricht man z.B. von "Kohlenstoff-14" oder "C14", wenn man das Isotop  $^{14}\text{C}$  meint.

Weiterhin kennen wir noch die **Isobaren**, bei denen schwankt die Anzahl der Protonen und Neutronen bei einer gleichbleibenden Kernmassenzahl. Da sich die Protonen-Anzahl ändert, haben wir es bei Isobaren dann mit einem Gemisch verschiedener Elemente (und ev. auch Isotope) zu tun. Haben Atomkerne die gleiche Neutronenzahl, dann sprechen wir von **Isotonen**. Die verschiedenen Atom-Kerne heißen allgemein **Nuklide**.

In der Natur kommen die verschiedenen Isotope gemischt vor. Dem kritischen Leser wird auch schon aufgefallen sein, das Kohlenstoff im Tafelwerken nicht mit einer molaren Masse von 12 g/mol steht – wie wir es oben angegeben haben – sondern genau mit 12,1 g/mol.

Die scheinbare Diskrepanz entsteht durch das natürliche Mischungs-Verhältnis der einzelnen Isotope. Im Fall von Kohlenstoff befinden sich unter 1.000.000.000 Atomen jeweils 1.100.000 (1,1 %) vom Isotop  $^{13}\text{C}$  sowie knapp 1 vom Isotop  $^{14}\text{C}$ . Alle anderen – also der wesentliche Teil (98,89 %) – sind Kohlenstoff 12. Wie man nun leicht abschätzen kann, sind insgesamt  $6,022 \cdot 10^{23}$  Atome (= 1 mol) des Kohlenstoffs eben etwas schwerer als 12 g.

### Aufgaben:

1. Definieren Sie die Begriffe Element, Isotop und Ion!
2. Berechnen Sie die exakte molare Masse für Kohlenstoff (mind. 6 Stellen hinter dem Komma)!

### für die gehobene Anspruchsebene:

3. Berechnen Sie die exakte molare Masse für Kohlenstoff (mind. 9 Stellen hinter dem Komma)!

Die meisten Atom-Kerne sind sehr stabile Gebilde. In kleinen Atomkernen kommen Neutronen und Protonen vorrangig mit der gleichen Zahl vor. Mit steigender Größe sind dann solche Atomkerne stabiler, die Neutronen im Überschuss haben. Für die ganz großen Atomkerne scheint es so, dass bei ihnen das Verhältnis 1 : 1,5 (Protonen zu Neutronen) für eine große Stabilität sorgt. Nur der Atom-Kern von Wasserstoff enthält in seiner häufigsten Form ( $^1_1\text{H}$ ) keine Neutronen im Kern. Schwere Formen des Wasserstoff-Atom-Kerns haben wegen der herausragenden Bedeutung und speziellen Eigenschaften sogar extra Namen bekommen. **Deuterium** enthält neben dem Proton noch ein Neutron, was also das Symbol  $^2_1\text{H}$  bedingt. Der schwerste Kern gehört zum **Tritium**, bei dem zwei Neutronen im Kern enthalten sind ( $^3_1\text{H}$ ).

Neben den vielen stabilen Atom-Kernen gibt es einige, die sich durch Instabilität auszeichnen. Heute wissen wir, dass genau diese instabilen Atom-Kerne für die Radioaktivität verantwortlich sind. In den letzten Jahren sind die Forschungen auf dem Gebiet der Radioaktivität und der Stabilität der Atom-Kerne sehr viel weiter fortgeschritten. Man kann heute sagen, dass für jedes natürlich vorkommende Element mindestens ein Nukleon stabil ist. Auf speziellen Karten (Nuk-

lid-Karten) lassen sich sowohl die stabilen Isotope lokalisieren, als auch die verschiedenen Zerfalls-Möglichkeiten, die wir uns nun genauer ansehen wollen.

Grundsätzlich unterscheidet man bei der radioaktiven Strahlung zwischen drei verschiedenen Strahlungs-Arten. Sie heißen  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung.

**$\alpha$ -Zerfall:** Bei einem  $\alpha$ -Zerfall gibt der instabile Kern ein Teilchen ab, das aus zwei Protonen und zwei Neutronen besteht. Hierbei handelt es sich um Helium-Kern (Helium-Ion) bzw. ein sogenanntes  **$\alpha$ -Teilchen**. Ein typisches Beispiel ist der Zerfall von Radium-226 zu Radon-222:



Das Ausgangs-Isotop (Nuklid) wird auch **Mutter-Nuklid** genannt. Die Endprodukte eines Zerfalls sind die **Tochter-Nuklide** oder häufig auch nur noch Elementar-Teilchen (Neutronen, Protonen, Positronen, Elektronen, ...).

Ein  $\alpha$ -Zerfall tritt besonders bei sehr schweren Atom-Kernen oder bei solchen Atom-Kernen auf, die weniger Neutronen als Protonen enthalten. Die abgegebenen  $\alpha$ -Teilchen machen die sogenannte  **$\alpha$ -Strahlung** aus. Da die abgestrahlten Teilchen recht groß sind, kann die  $\alpha$ -Strahlung nur relativ kurze Distanzen wirken und auch nur sehr dünne Materialien durchdringen.

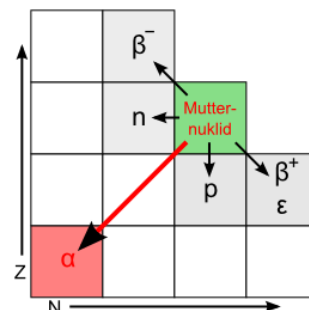
Die Helium-Kerne nehmen später überschüssige Elektronen der Mutter-Nuklide auf und es entstehen somit Helium-Atome.

Weitere bedeutsame  $\alpha$ -Strahler sind  ${}^{238}\text{U}$ ,  ${}^{180}\text{W}$ ,  ${}^{156}\text{Hf}$ ,  ${}^{148}\text{Gd}$ ,  ${}^{107}\text{Te}$  und  ${}^{108}\text{I}$ .

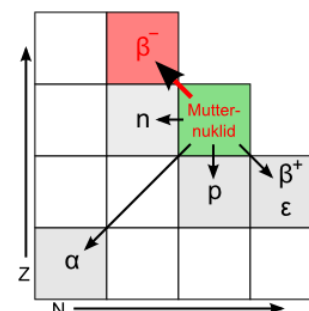
**$\beta$ -Umwandlung:** Wir unterscheiden drei verschiedene Arten von  $\beta$ -Umwandlungen ( $\beta$ -Prozesse). Gemeinsam ist bei ihnen, dass es sich jeweils um Umwandlungen von Protonen in Neutronen oder umgekehrt handelt. Es sind also praktisch Kern-Umwandlungen bei denen die Massenzahl unverändert bleibt.

Trotzdem entsteht jedesmal durch die Veränderung der Kernladungszahl (Protonen-Zahl) ein anderes Element.

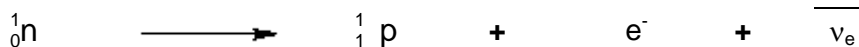
Der  **$\beta^-$ -Prozeß** (beta-minus-Zerfall) ist die Umwandlung eines Neutrons in ein Proton. Dabei wird ein Energie-reiches Elektron frei. Man nennt die Strahlung auch  $\beta^-$ -Strahlung. Das zweite Produkt ist ein Elektronen-Anti-Neutrino. Dieses Elementarteilchen wird ebenfalls vom umgewandelten Kern ausgestrahlt. Neutrinos können Materie widerstandlos durchwandern. Die Neutrino-Strahlung ist völlig ungefährlich. Die Elektronen-Strahlen können bis einige Meter Entfernung nachgewiesen werden. Schon einfache Abschirmungen – z.B. aus Plexiglas – absorbieren die Strahlung vollständig.



Q: de.wikipedia.org (Pediadeep + Cepheiden); geänd. dre



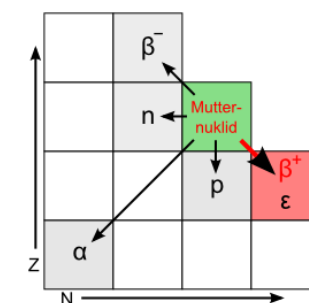
Q: de.wikipedia.org (Pediadeep + Cepheiden); geänd. dre



Als Beispiel kann man hier die Umwandlung von Kohlenstoff-14 in Stickstoff-14 nennen: (Die für unsere Zwecke unwichtigen Neutrinos lassen wir im Folgenden bei den Beispielen immer weg.)



Ein  **$\beta^+$ -Prozeß** (beta-plus-Zerfall) ist Bildung eines Neutrons aus einem Proton. Dabei wird ein Energie-reiches Positron frei. Diese Strahlung wird passenderweise  $\beta^+$ -Strahlung genannt. Als zweites Produkt wird hier ein Elektron-Neutrino frei. Die Positronen-Strahlen ist ebenfalls durch eine geringe Reichweite gekennzeichnet.



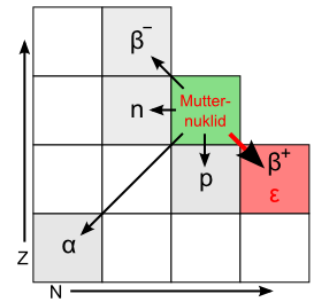
Q: de.wikipedia.org (Pediadeep + Cepheiden); geänd. dre



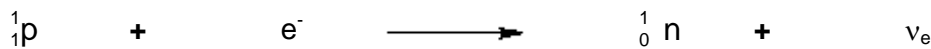
Beispielhaft kann hier die Umwandlung von Schwefel-31 in Phosphor-31 dienen.



Der  **$\epsilon$ -Prozeß** (epsilon-Prozeß) scheint auf den ersten Blick genauso wie ein  $\beta^{+}$ -Zerfall zu funktionieren, aber hier liegt ein völlig anderer Mechanismus zugrunde. Der Kern fängt hierbei ein Elektron aus der Hülle ein. Dieses verbindet sich mit einem Proton zu einem Neutron. Als Nebeneffekt wird auch hier ein Elektron-Neutrino frei. Das Elektron stammt meist aus der untersten Schale (K-Schale). Deshalb spricht man auch von einem K-Einfang. Die Elektronen-Lücke wird durch das Nachrücken der höherenergetischen Elektronen aus den jeweils äußeren Schalen nach und nach geschlossen. Die dazu notwendige Energie-Abgabe erfolgt als RÖNTGEN-Strahlung.



Q: de.wikipedia.org (Pediadeep + Cepheiden); geänd. dre



Beispielhaft kann hier die Umwandlung von Schwefel-31 in Phosphor-31 dienen.



Weitere typische  $\epsilon$ -Prozesse finden wir bei den Umwandlungen von Nickel-59 zu Cobalt-59, und .

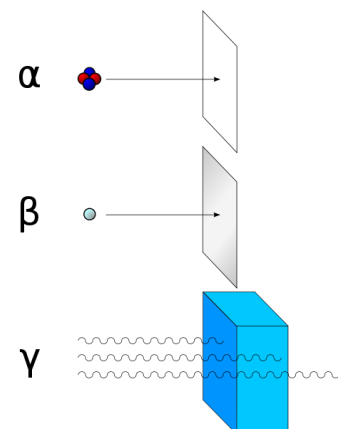
**$\gamma$ -Prozeß:** Während es bei den bisher besprochenen Vorgängen immer um Umwandlung von Protonen und / oder Neutronen ging, sind  $\gamma$ -Prozesse Veränderungen des Energie-Zustandes eines Atom-Kerns. Ist ein Atom-Kern in einem angeregten Zustand, dann kann er die überschüssige Energie als elektromagnetische Strahlung abgeben. Dies ist die sogenannte  $\gamma$ -Strahlung. Sie ist sehr Energie-reich. Trotzdem ist sie nicht so Energie-reich, wie die Strahlung, die von  $\alpha$ - oder  $\beta$ -Prozessen ausgeht. Die Gefährlichkeit liegt bei der  $\gamma$ -Strahlung in der hohen Durchdringungs-Fähigkeit der emittierten Photonen bzw. Quanten. Für Abschirmungen braucht man schon deutlich dickere Wände. Hier sind es auch die vielzitierten Blei-Platten, die einen Schutz bieten sollen.

## Nickel-60

Von großer praktischer Bedeutung ist das Isotop Cobalt-60. In der Medizin z.B. wird es zur Bestrahlung von Krebs benutzt. Eigentlich ist Cobalt-60 ein  $\beta$ -Strahler. Cobalt-60 ist langzeitbeständig ( $t = 5,26$  a (s.a. Erklärung weiter hinten). Nach dem  $\beta$ -Zerfall befindet sich angeregtes Nickel-60 in der Strahlen-Quelle. Dieses gibt augenblicklich ( $t < 1$  ps) überschüssige Energie in Form von  $\gamma$ -Quanten ab. Während die  $\beta$ -Strahlung durch die Gehäuse abgeschirmt wird, durchdringen die  $\gamma$ -Strahlung auch aufwendigere Abschirmungen. Deshalb verfügen Bestrahlungsgeräte immer auch über sehr massive Abschirmungen, die nur in einem kleinen Bereich eine spezielle Öffnung haben, die den Behandlungs-Strahl freigeben.

Die starke  $\gamma$ -Strahlung wird neben medizinischen Anwendungen auch zur Sterilisation (hier auch Lebensmittel-Bestrahlung), Material-Prüfung, Sensor-Technik und zur Vernetzung von Polymeren (Aushärtung von Plasten und Elasten) benutzt.

Neben den oben beschriebenen Prozessen, die über 99 % der radioaktiven Vorgänge ausmachen, gibt es noch einige seltene Vorgänge. Durch technische und technologische Steuerungen



Q: de.wikipedia.org (Stannered)

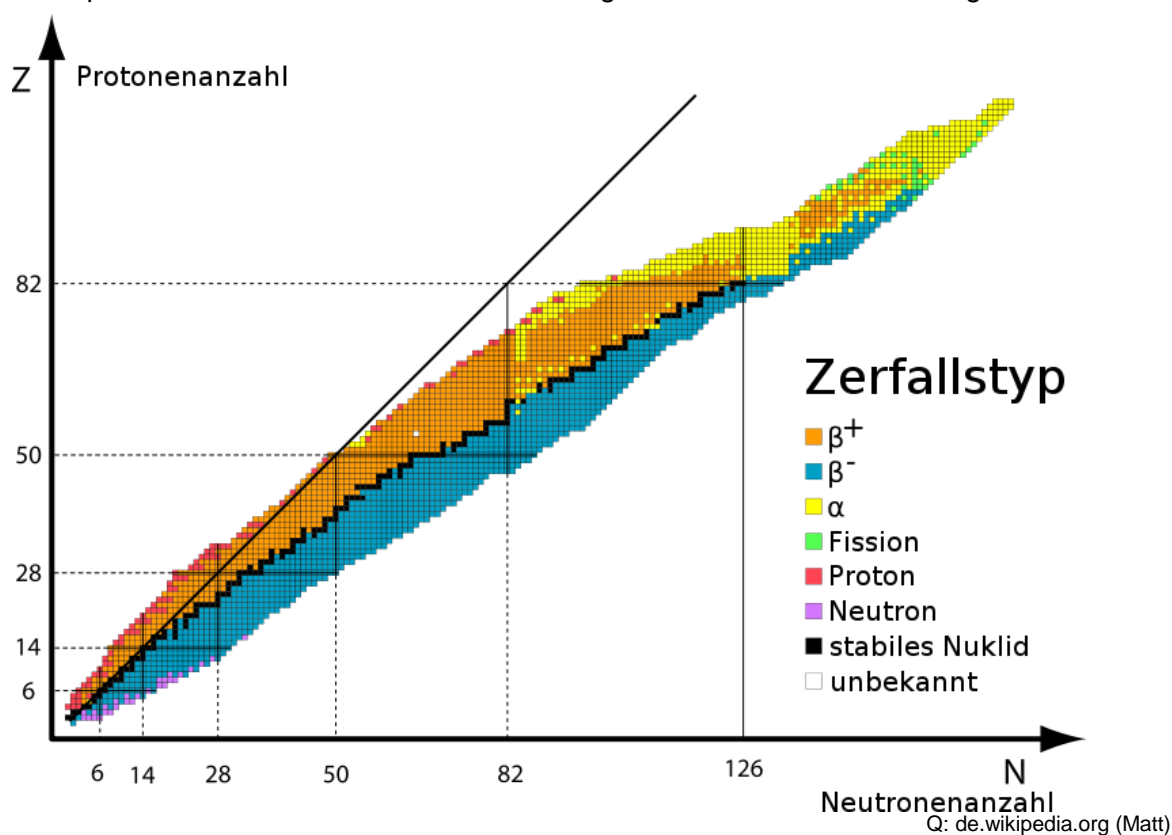


können diese Vorgänge aber intensiviert werden. Atom- und Neutronen-Bomben sind eher unrühmliche Beispiele hierfür. Einige spezielle Kern-Prozesse sein hier noch erwähnt. Für weitere Interessen sei aber auf die Literatur verwiesen.

So kennt man heute weiterhin:

- Protonen-Emission (Aussendung eines Proton's)
- doppelte Protonen-Emission (gleichzeitige Aussendung von zwei Protonen)
- spontane Spaltung (Atom-Kern zerfällt in zwei kleinere Bruchstücke und 2 bis 3 Neutronen)
- doppelter  $\beta$ -Zerfall (gleichzeitige Aussendung von zwei Elektronen)
- doppelter Elektronen-Einfang (zwei Protonen werden gleichzeitig zu Neutronen)
- innere Konversion (Energie des Kern wird auf die Elektronen der Hülle übertragen und dann emittiert)

In der Nuklid-Karte (Zerfalls-Diagramm, Zerfalls-Karte) nach SEGRÉ werden die verschiedenen Isotope und Zerfälle bezogen auf Protonen und Neutronen-Zahl dargestellt. Sehr schön kann man die Veränderung des stabilen Verhältnisses von Protonen zu Neutronen erkennen. Auch welche Isotope in welchem Prozeß zerfallen unterliegt scheinbar bestimmten Regeln.



### 3.15.2.1. das radioaktive Zerfalls-Gesetz und wichtige Kennwerte

Der Zeitpunkt für den Zerfall eines Atom-Kerns ist nicht vorhersagbar. Er unterliegt vollständig dem Zufall. Wir können lediglich sagen mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Atom-Kern zerfällt oder sich verändert. Da der Zerfall nur von dem Isotop selbst abhängt, entsprechen radioaktive Prozesse – chemisch gesehen – Reaktionen 0. Ordnung. Zuerst haben sehr viele Atom-Kerne die Chance zu zerfallen. Nach und nach tun sie es dann auch. Damit nimmt die Anzahl der Atom-Kerne, die noch zerfallen können, stetig ab. Dementsprechend sinkt auch die Anzahl der Umwandlungen, je mehr Zeit vergangen ist. Die "Reaktions-Geschwindigkeit" – also die Stoffumwandlungen pro Zeiteinheit – lässt sich über:

$$RG = \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

*RG ... Reaktionsgeschwindigkeit*  
*c ... Konzentration des Stoffes etc. (ersatzweise Stoffmenge N)*  
*t ... Zeit*

Da sich die Reaktionsgeschwindigkeit ständig ändert, weil sich ja die – noch verfügbare – Teilchenzahl ebenfalls ständig verringert, muß hier eine Differential-Gleichung benutzt werden:

$$RG = \frac{dc}{dt} = \lambda \cdot c$$

*$\lambda$  ... Umwandlungskonstante (in der Chemie eher üblich: k)*

Die sich jeweils umwandelnden Teilchen können wir mit Hilfe einer Umwandlungs-Konstante berechnen. In der Chemie wird diese meist mit k abgekürzt – hier steht  $\lambda$  (griechischer Buchstabe I; sprich: lamda) dafür. I ist die Zerfallskonstante eines Isotopes.

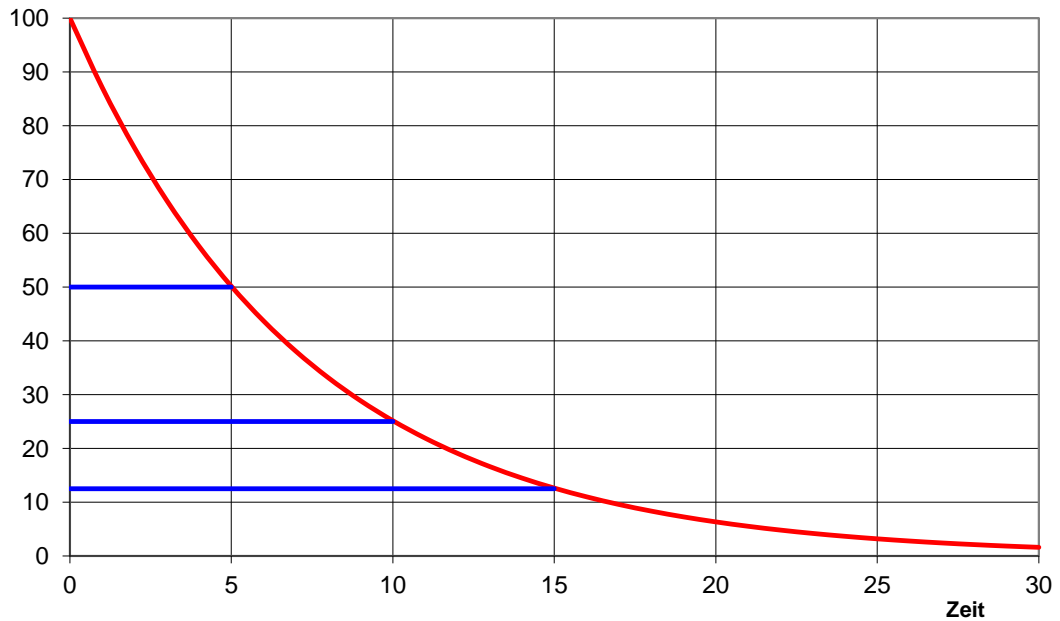
Mathematisch kann man daraus eine Gleichung ableiten, mit deren Hilfe die Anzahl der noch nicht zerfallenden Atome ermittelt werden kann:

$$N_t = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

*$N_t$  ... Anzahl der nicht zerfallenden Teilchen zum Zeitpunkt t*  
 *$N_0$  ... ursprüngliche Teilchenzahl*  
*t ... Zeit (seit Ausgangssituation)*  
 *$\lambda$  ... Zerfallskonstante*

Die gezeigte Gleichung wird auch als **Zerfalls-Gesetz** bezeichnet. Trägt man die Funktion in ein Koordinatensystem ein, dann erhält man eine logarithmische Kurve.

Stoffmenge



Bei jedem radioaktiven Zerfall ist so, dass nach einer bestimmten – Isotop-spezifischen – Zeit nur noch die Hälfte der ursprünglichen Menge vorliegt. Im obigen Diagramm (theoretisches Beispiel-Isotop) ist der Zeitpunkt bei 5 Zeit-Einheiten erreicht. Der Zerfall geht für die verbleibende Hälfte weiter. Von dieser zerfällt die Hälfte (im Beispiel-Diagramm: 25) wieder in genau derselben Zeit. Dies setzt sich nun solange fort, bis alle Atome des Isotops zerfallen sind. Man kann also die Zeit als eine gewisse Konstante beim radioaktiven Zerfall ansehen. Deshalb wird die Zeit, in der immer genau die Hälfte des Ausgangs-Materials umgesetzt wird, auch **Halbwertszeit** (Verzögerungszeit) genannt. Sie ist Isotop-spezifisch und schwankt sehr stark. Als Symbol bzw. Abkürzung haben sich  $T_{\frac{1}{2}}$  und HWZ eingebürgert.

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$

$T_{\frac{1}{2}}$  ... Halbwertszeit

$\ln 2$  ... natürlicher Logarithmus von 2 (= 0,693)

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2 \cdot t}{e^{-\frac{N}{N_0}}}$$

Isotop	Tochter-Isotop	Halbwertszeit
Cäsium-137		30 a
Cohlenstoff-14		5730 a
Iod-131		8 d

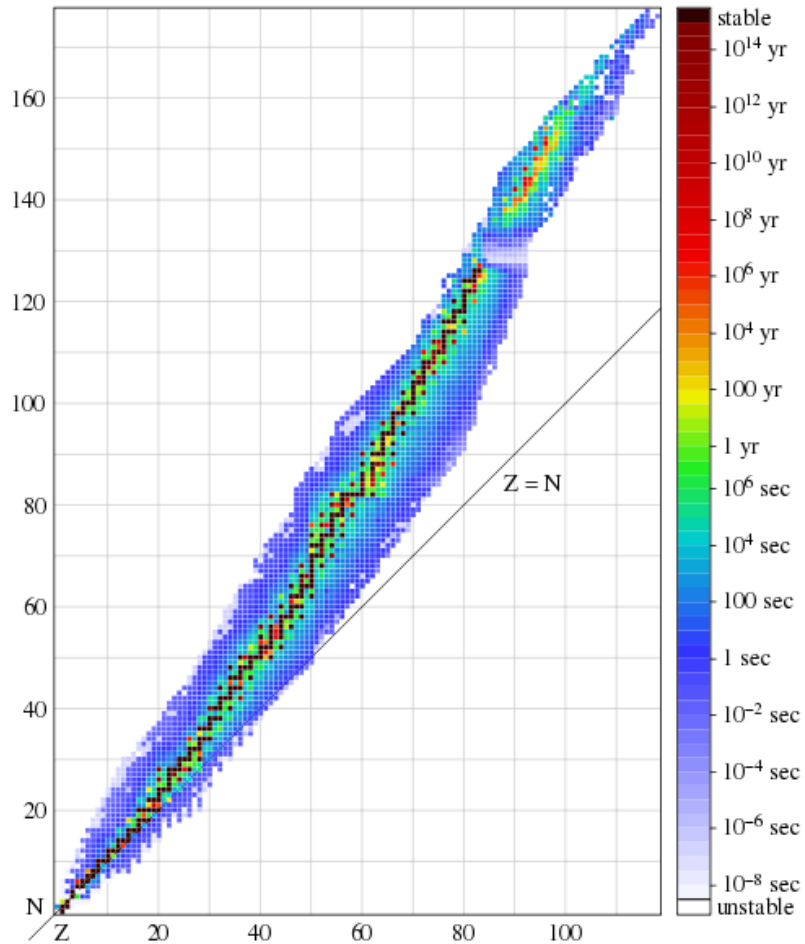
Isotop	Tochter-Isotop	Halbwertszeit
Plutonium-239		24.110 a
Polonium-212		0,3 $\mu$ s
Tellur-128		$7 \cdot 10^{24}$ a
Thorium-232		14.050.000.000 a
Uran-235		703.800.000 a
Uran-238		4.468.000.000 a

Neben der Halbwertszeit be-

nutzt man auch die mittlere Lebensdauer  $\tau$  (griechischer Buchstabe t, gesprochen: tau) zur Charakterisierung der verschiedenen Isotope. Die mittlere Lebensdauer ist das Reziproke der Zerfallskonstante und lässt über das Zerfallsgesetz oder die Halbwertszeit bestimmen.

$$\tau = \frac{1}{\lambda} \quad \text{bzw.} \quad \lambda = \frac{1}{\tau}$$

$$N_t = N_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$



Q: de.wikipedia.org (BenRG)

### 3.15.2.1.1. Zerfallsreihen

Radioaktive Isotope zerfallen fast immer in der gleichen Art und Weise. Zwar gibt es auch alternative Wege, aber zumeist ergibt sich eine feste Folge der Zerfälle von Isotop zu Isotop, bis letztendlich ein stabiler Atom-Kern erreicht wird.

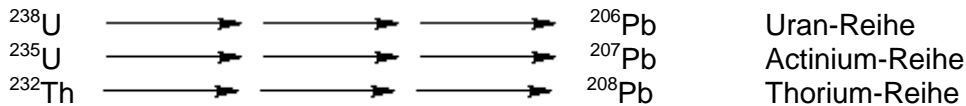
Als erstes einfaches Beispiel wollen wir uns die – z.B. in der Krebs-Therapie verwendete – Cobalt-60-Strahler (Cobalt-60-Kanone) ansehen (s.a weiter vorn). Cobalt-60 zerfällt in einem  $\beta$ -Prozeß mit einer Halbwertszeit von 5,26 Jahren. Als Ergebnis erhält man das Isotop  $^{60}\text{Ni}$ . Die  $\beta$ -Strahlung (Energie-reiche Elektronen) kann aber gar nicht weit in den menschlichen Körper eindringen. Hierfür ist  $\gamma$ -Strahlung viel besser geeignet. Sie wird beim Zerfall von Nickel-60 frei. Die angeregten Nickel-Atome (aus dem Cobalt-60- $\beta$ -Zerfall) geben in zwei unmittelbar hintereinander folgenden Ereignissen zwei  $\gamma$ -Quanten ab. Die Halbwertszeit für diesen Zerfall ist kleiner als 1 ps ( $p = 10^{-9}$ ).

Da Nickel-60 also quasi sofort zerfällt, kann man es nicht direkt als Strahlen-Quelle benutzen. Hierfür eignet sich das langsam zerfallende Cobalt-60 viel besser. Es produziert ständig das eigentlich benötigte  $^{60}\text{Ni}$  nach.

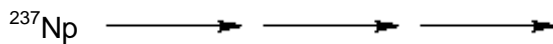
Aufgaben:

1. Berechnen Sie wieviel angeregtes Nickel-60 nach 1 s noch vorliegt, wenn man von 1 mol ausgeht!
2. Berechnen Sie wieviel Cobalt-60 nach 1, 2, 3, ... 10 Jahren noch vorliegt, wenn man von 1 mol ausgeht!

Große Zerfallreihen kennen wir aus den Umwandlungen von großen Isotopen, wie sie z.B. in der Kernkraft-Technik, bei Isotopen-Batterien und beim Atom-Bomben-Bau benutzt werden. Drei natürliche Reihen sind dabei sehr gut untersucht:



Die Neptunium-Reihe tritt heute nur noch unter künstlichen Bedingungen (künstlich hergestellte Nuklide) auf:



Diese Reihe ist in der Natur schon "ausgestorben", da ihre Halbwertszeit bei "nur" 2.000.000 Jahren liegt.

### 3.15.2.2. Herstellung radioaktiver Isotope

In der Natur kommen nur wenige radioaktive Isotope vor. Zwar gibt es bei fast allen Elementen natürliche radioaktive Isotope, aber die sind mengenmäßig verschwindend gering in den Elementen (natürlichen Isotop-Mischungen) enthalten.

Für technische Zwecke kann man die Anteile der radioaktiven Isotope durch Abtrennung erhöhen. Die dazu notwendigen Verfahren sind extrem aufwendig. Ursache hierfür sind die extrem kleinen Unterschiede in den Eigenschaften. So kann man z.B. Ultra-Zentrifugen verwenden, um eine physikalische Trennung zu erreichen. Diese Zentrifugen sind technisch so anspruchsvoll, dass es nur wenigen Staaten bisher gelungen ist, solche Geräte zu produzieren. Schon mit einer einfachen Ausfuhr-Kontrolle kann man also die Verbreitung von Kernwaffen verhindern. Für deren Produktion benötigt man immer angereichertes radioaktives Material. Weitere Verfahren beruhen auf dem unterschiedlichen Diffusions- und Osmose-Verhalten von unterschiedlichen Isotopen eines Elementes.

#### böse Frage zwischendurch:

*Warum kann man die meisten Isotope eigentlich nicht mit chemischen Methoden voneinander trennen?*

Der heute am häufigsten verwendete Weg zur Produktion von radioaktiven Isotopen ist die Bestrahlung von Proben in Kernkraftwerken etc. Das Ausgangsmaterial wird in die Nähe des Reaktorkerns gebracht und dort der Strahlung ausgesetzt. Zumeist kommt es durch die starke Neutronen- und  $\gamma$ -Strahlung zur Aktivierung des Materials. Man spricht z.B. von einer  $(n,\gamma)$ -Einfang-Reaktionen, wenn ein Neutron eingefangen und dabei ein  $\gamma$ -Quant abgegeben wird. Innerhalb dieses Vorganges wird nur die Massenzahl erhöht, die Kernladungszahl bleibt erhalten.

Typische Beispiele sind die  $(n,\gamma)$ -Prozesse:



Bei einigen Elementen kommt es auch zur  $(n,p)$ -Aktivierungen. Dabei erhöht sich die Kernladungszahl, die Massenzahl bleibt unverändert. Ein Neutron wird zu einem Proton gewandelt. Es handelt sich also um induzierte Kern-Umwandlungen.

Für den Umgang mit radioaktiven Isotopen (Nukliden, Radionukliden) gelten strenge und sehr spezielle gesetzliche Vorschriften,

Hier kann man beispielhaft die Umwandlungen:



nennen.

Bei diesen Isotopen ist eine chemische Abtrennung möglich, da es sich ja immer um neue Elemente mit anderen Eigenschaften handelt.

### 3.15.2.3. Wirkungen der radioaktiven Strahlung

Die Energie-reiche radioaktive Strahlung kann an bestrahlten Atomen, Molekülen usw. verschiedenste Veränderungen hervorrufen. Nicht selten sind es mehrere kombinierte Effekte, die dann auftreten. Veränderungen des Material spielen besonders in der Herstellung von Halbleitern (Dotierungen), in der Metallurgie (Legierungen, Materialermüdungen) und im biologischen Umfeld eine Rolle. Jede stofflich Veränderung – aber auch schon angeregte Energie-Zustände – können in lebenden Zellen starke Wirkungen haben. Durch Umwandlung eines Elementes in ein anderes können giftige Stoffe entstehen oder andere nicht mehr ihre biologische Funktion erfüllen. Besonders gefährlich ist es, wenn das genetische Material betroffen ist. Veränderungen hier können sich auf die Nachkommen auswirken. Als warnendes Beispiel schaue man nur mal nach Tschernobyl und seine Umgebung. Krebs-Erkrankungen haben hier nach der Reaktor-Katastrophe stark zugenommen.

Streuung

Anregung

Ionisation

Bildung von Bremsstrahlung / RÖNTGEN-Strahlung

Foto-Effekt

COMPTON-Effekt

Paar-Bildung

Paar-Vernichtung

Molekül-Spaltung

Absorption von  $\alpha$ -Strahlung

Absorption von  $\beta$ -Strahlung

Absorption von Neutronen-Strahlung



### 3.15.2.4. Messungen und Grenzwerte für radioaktive Strahlungen und Kontaminierungen

Aktivität A oder R [Be]  
Zerfallsrate  
Be ... Becquerel (nach BEQUEREL)

Verteilung der Intensität in Abhängigkeit von der Entfernung

Energie-Dosis D [J / kg] gebräuchlich: [rd]

rd ... Abk. für rad (radiation absorbed dose)

1 rd =  $10^{-2}$  J / kg = 100 erg / g

Energie-Dosis-Leistung  $P_D$  [rd / s]

Isodosen sind Flächen gleicher Dosis-Leistung

Exposition X [R]  
R ... Röntgen (nach Conrad RÖNTGEN)

1 R =  $2,58 \cdot 10^{-4}$  As / kg  
alte Def.: 1 Röntgen ist die Strahlungsmenge, die in einem Kubikzentimeter trockner Luft (1,293 mg) bei 0 °C  $2,018 \cdot 10^9$  Ionen-Paare bildet.

Expositions-Leistung  $P_X$

für weiches Gewebe gilt 1 rd  $\approx$  0,95 R

Dosis-Äquivalente  
relative biologische Wirksamkeit RBW  
RBW-Dosis, RBW-Faktor

Ortsdosimetrie  
Dosis- und Dosis-Leistungs-Messung zur Abschätzung der Strahlenbelastung an einem Ort / Arbeitsplatz usw. usf.

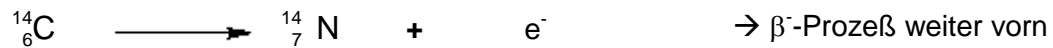
### 3.15.2.5. bedeutsame radioaktive Elemente

für medizinische Zwecke werden verwendet:

Isotop	Halbwertszeit	Verwendung
Cobalt-60	5,27 a	Krebs-Therapie;
Cohlenstoff-11	20 min	
Fluor-18	110 min	
Iod-123	13 h	
Iod-124	4 d	
Iod-131	8 d	
Phosphor-32	14,26 d	
Sauerstoff-15	2 min	
Technetium-99m	6 h	

#### 3.15.2.4.1. Cohlenstoff-14

Halbwertszeit 5730 Jahre



#### 3.15.2.4.1. Iod-39

#### 3.15.2.4.2. Kalium-40

#### 1.15.2.4.3. Strontium-90

#### 1.15.2.4.3. Cäsium-137

### **3.15.3. Pflanzenschutzmittel**

Biozide (Mittel gegen verschiedene Arten / Gruppen von Organismen)  
Ökozide (Mittel, die stark oder nachhaltig störend in ökologische Systeme eingreifen)  
Herbizide (Unkrautbekämpfungsmittel)  
Rodentizide (Mittel gegen Mäuse, Ratten usw.)  
Insektizide (Mittel gegen Insekten)  
Acarizide (Mittel gegen Spinnen (meist Milben))  
Nematizide (Mittel gegen Fadenwürmer)  
Molluskizide (Mittel gegen Schnecken)  
Fungizide  
Bakterizide  
Virizide  
sonstige Pflanzenbehandlungsstoffe (z.B. Wachstumsregulatoren, Dünger, Abschreckungsmittel (Repellentien))

viele Wirkstoffe tauchen mehrfach in den folgenden Kurzvorstellungen vor, dies kann einmal durch verschiedene Wirkrichtungen bedingt sein, wie auch durch die unterschiedliche Zuordnung zu übergeordneten Stoffgruppen, diese ist z.T. willkürlich oder je nach Betonung auf bestimmte Strukturelemente vorgenommen worden

#### **3.15.3.1. bedeutende Pflanzenschutzmittel gegen Tiere**

##### **3.15.3.1.1. Chlorierte Kohlenwasserstoffe**

basieren auf aliphatischen oder aromatischen Kohlenwasserstoffen  
sind Derivate (Abkömmlinge), da bestimmte Atome (meist Wasserstoff) oder Atomgruppen (meist ein od. mehrere Kohlenstoff ev. mit angelagertem Wasserstoff) durch andere Elemente od. deren Verbindungen ersetzt

##### **Dichlorpropan - Dichlorpropen**

1,2-Dichlorpropan + 1,3-Dichlorpropen,  $\text{CH}_3\text{-CHCl-CH}_2\text{Cl}$  +  $\text{ClCH=CH-CH}_2\text{Cl}$ , Shell D-D

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

Nematizid

##### **Methylbromid**

Monobrommethan, Brommethan,  $\text{CH}_3\text{Br}$

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

Nematizid

##### **DDT – Dichlor-diphenyl-trichlorethan**

**Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = 250 – 500 mg / kg (Ratte)

lange Wirkungsdauer, hohe Beständigkeit (Persistenz)

**Verwendung, Bedeutung:**

Berührungs- und Fraßgift für Insekten, reichert sich in der Nahrungskette an!, Verwendung weltweit eingeschränkt bis verboten, für Warmblüter direkt nur gering giftig, aber andere Schädigungen bekannt bis verdächtig (Vögel: Verringerung der Schalendicke bei den Eiern), bei Insekten erste Resistenzen bekannt

**Lindan****Bau, Eigenschaften:****Verwendung, Bedeutung:****Bau, Eigenschaften:****Verwendung, Bedeutung:****3.15.3.1.2. Phosphorsäureester**

basieren auf Phosphorsäure oder deren Abkömmlingen (Derivaten), wie z.B. Thiophosphorsäure  
chemisch hergestellt durch Veresterung mit Alkoholen bzw. Verbindungen mit freien OH-Gruppen

**Parathion**

E 605, Diethylnitrophenylphosphorthionat

**Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = 7 mg / kg (Ratte)

**Verwendung, Bedeutung:**

Kontakt-, Fraß- und Atemgift für beißende und saugende Insekten

**Demeton-S-methylsulfoxid**

Metasystox R,

**Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = 80 mg / kg (Ratte)

**Verwendung, Bedeutung:**

systemisches Mittel → u.U. Rückstände in den Lebensmitteln zu erwarten, gegen saugende und beißende Insekten und Milben, häufig gegen Blattläuse eingesetzt

**Bau, Eigenschaften:****Verwendung, Bedeutung:****3.15.3.1.3. Carbamate**

Derivate der Carbaminsäure  
allgemein systemisch mit weitem Wirkspektrum, aber gering wirksam gegen Milben  
manchmal auch gegen bestimmte Insekten unwirksam (nur sehr gering giftig) z.B. bei Marienkäfern (Nützlinge!)

**Pirimicarb**

Pirimor,

**Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = 147 mg / kg (Ratte)

**Verwendung, Bedeutung:**

wirkt gegen Blattläuse aber nicht gegen Marienkäfer und deren Larven (Blattlausfresser)

**Aldicarb**

Temik,

**Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = 0,93 mg / kg (Ratte)

**Verwendung, Bedeutung:**

sehr giftig, auch für Warmblüter gefährlich, Einsatz nur als Granulat (um geringe Wirkstoff-Konzentrationen zu erreichen)  
systemisch

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

#### **3.15.3.1.4. Pyrethoide**

natürlich vorkommend, in Stäuben und Extrakten von Chrysanthemen-Blüten, Fraß- und Kontaktgifte

wirken gegen Haushaltsungeziefer (Fliegen, Mücken), Schmetterlinge und ihre Raupen (Motten), geringe Warmblüter-Toxizität

hohe Anfangswirkung (Mittel für den Akutbefall)

in der traditionellen Landwirtschaft wenig gebräuchlich, da Wirkstoffe durch Licht und frische Luft schnell inaktiv werden, relativ kostenintensiv,

viele Einzelwirkstoffe mit relativ ähnlicher Grundstruktur und verschiedenen Resten

#### **Permethrin**

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

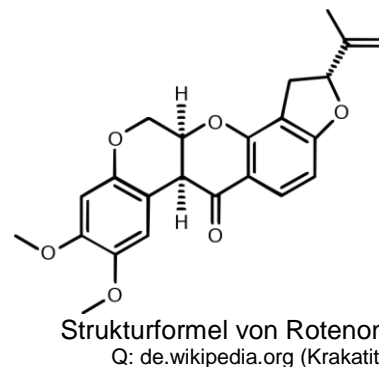
synthetisches Mittel

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

### 3.15.3.1.5. Rotenoide

natürlich vorkommend in Wurzel verschiedener Derris-Arten (Südamerika), als Extrakte gehandelt, vorrangig im Gartenbau genutzt, geringe Persistenz (werden innerhalb von Stunden abgebaut) gemeinsamer Wirkstoff ist Rotenen mit der Grundstruktur Rotenon, es wird der Verdacht geäußert, dass Rotenon PARKINSON auslösen kann auch für Fische giftig, nicht für Bienen und Säugetiere, von den Ureinwohnern zum Fischen benutzt, heute aus Entfischungsmittel oder Mittel zur (indirekten) Fisch-Parasiten-Bekämpfung eingesetzt  
LD<sub>50</sub> = 60 mg / kg (Ratte)



### Rotenen

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

### 3.15.3.1.6. Alkaloide

stammen hauptsächlich aus Pflanzen der Familie der Nachtschattengewächse (*F*) *Solanaceae*

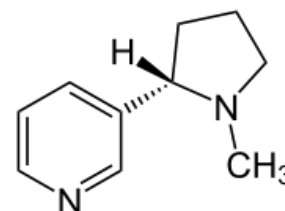
### Nicotin

**Bau, Eigenschaften:**

wasserlöslich, nicht persistent (werden innerhalb von Stunden abgebaut)  
LD<sub>50</sub> = 5 – 19 mg / kg (Ratte)

**Verwendung, Bedeutung:**

zum Ausräuchern von Gewächshäusern benutzt, Nervengift, wird auch über die Haut aufgenommen!  
in einer Tabak-Pflanze sind durchschnittlich 5 % Nicotin enthalten



**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

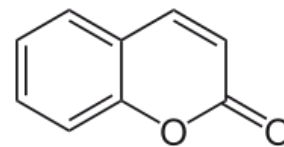
### 3.15.3.1.7. Cumarine

namensgebend für diese Gruppe von Substanzen ist das Cumarin

in Waldmeister (typisches Aroma nach dem Trocknen), Ruchgras (Büffelgras, Martiengras), allg. auch im frischem Heu

heute nicht mehr als Essenz für die Lebensmittel-Produktion zugelassen

in Zimt (besondere Sorten) oder Vanille-Ersatz-Stoffen (Mexikanische Vanille) können erhebliche Mengen (über Grenzwert (auch in den Fertigprodukten)) enthalten sein



Strukturformel von Cumarin  
Q: de.wikipedia.org (NEUROtiker)

### Cumatetralyl

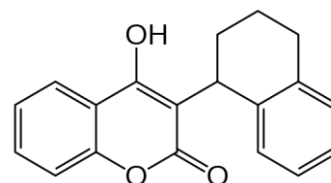
Coumatetralyl, Racumin

#### **Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = 15 – 30 mg / kg (Ratte)

#### **Verwendung, Bedeutung:**

Vitamin K<sub>1</sub> wirkt als Antidot



Strukturformel von Coumatetralyl  
Q: nl.wikipedia.org (Fvasconcellos)

### Permethrin

Permethrin, 3-(2,2-Dichloroethenyl)-2,2-dimethylcyclopropanocarboxylsäure-(3-phenoxyphenyl)methylester

#### **Bau, Eigenschaften:**

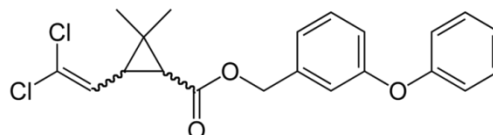
LD<sub>50</sub> = 1500 – 2000 mg / kg (Ratte)

#### **Verwendung, Bedeutung:**

bei oraler Einnahme Antikoagulantium (verhindert Blutgerinnung), verursacht innere Blutungen, kann bis zum Tod führen

auch in Medikamenten (Haarwaschmitteln) gegen Haarläuse und deren Nissen (Larven) und Flöhe, Wirkung sehr schnell und auch gut dauerhaft

Katzen fehlt ein für den Abbau notwendiges Enzym, deshalb dürfen z.B. Permethrin-Applikationen für Hunde nicht für Katzen verwendet werden



Strukturformel von Permethrin  
Q: de.wikipedia.org (Benjah-bmm27)

#### **Bau, Eigenschaften:**

#### **Verwendung, Bedeutung:**



### 3.15.3.1.8. Phosphorwasserstoffe

Gruppe von Wasserstoff-Phosphor-Verbindungen, Phosphor in den Verbindungen dreiwertig, bildet vergleichbare Strukturen, wie die Kohlenwasserstoffe (Ketten, Ringe), alle (stark) giftig durch Substitution eines oder mehrere Wasserstoff-Atome durch organische Reste entstehen organische Phosphane mit unterschiedlicher Giftigkeit

#### Phosphin

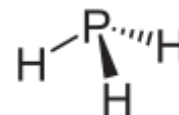
Phosphan,  $\text{PH}_3$ , Monophosphan

#### **Bau, Eigenschaften:**

flüchtiges, farbloses Gas, rein geruchlos, mit Begleitstoffen Knoblauch-artiger Geruch bzw. Geruch nach faulem Fisch  
giftig

#### **Verwendung, Bedeutung:**

Einsatzmittel reagieren mit der Bodenfeuchtigkeit unter Freisetzung von  $\text{PH}_3$ ,  
gegen Wühlmäuse und den Kornkäfer, Einsatz nur im Freiland zugelassen



Strukturformel von Phosphin

#### **Bau, Eigenschaften:**

#### **Verwendung, Bedeutung:**

### 3.15.3.1.9. Aldehyde

Sauerstoff-Derivate der Kohlenwasserstoffe (hier Alkane) auch Alkanale genannt, funktionelle Gruppe –CHO (Aldehyd- bzw. Carbonyl-Gruppe) ist immer endständig, da am C-Atom nur noch eine freie Bindung vorhanden ist

#### Metaldehyd

Metaldehyd,  $(\text{CH}_3\text{CHO})_4$ , 2,4,6,8-Tetramethyl-1,3,5,7-tetroxocan, Metacetaldehyd

#### **Bau, Eigenschaften:**

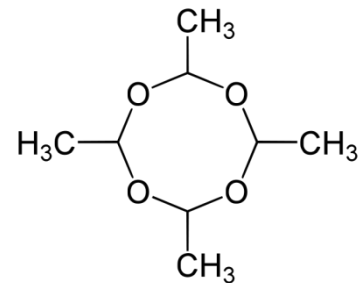
ringförmig polymerisiertes Acetaldehyd (Ethanal) → ringförmiger Ether

$\text{LD}_{50} = 230 - 690 \text{ mg / kg}$  (Ratte)

farblos, geschmacklos, schwacher typischer Eigengeruch  
schwer in Wasser löslich, besser in Ether und Ethanol, gut löslich in Benzen und Chloroform

#### **Verwendung, Bedeutung:**

als Molluskizid (Schneckenkorn) verwendet, auch als Trockenbrennstoff nutzbar



Strukturformel von Metaldehyd  
Q: de.wikipedia.org (Yikrazuul)

#### **Bau, Eigenschaften:**

#### **Verwendung, Bedeutung:**

### 3.15.3.1.10. ???

#### **Bau, Eigenschaften:**

#### **Verwendung, Bedeutung:**

### 3.15.3.2. bedeutende Pflanzenschutzmittel gegen Pilze

#### 3.15.3.2.1. anorganische Fungizide

gegen Pilze helfen bestimmte Schwefel- und Cupfer-haltige Salze meist protektiv  
von geringer Bedeutung ist der Einsatz von Cupfersulfat

##### Kupferoxychlorid

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**  
gegen Mehltau

##### Netzschwefel

Schwefel, S, S8

**Bau, Eigenschaften:**

gelb, fest, kristallin, in Wasser nicht löslich, brennt mit bläulicher Flamme, schmilzt schon ab 115 °C, dann blutrot bis bräunlich

**Verwendung, Bedeutung:**

kolloidal oder rein (Pulver) angewendet, oxidiert auf der Pflanzen-Oberfläche zu Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) und in Wasser gelöst zu schwefliger Säure (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>)

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

#### 3.15.3.2.2. Thiocarbamate

funktionelle Gruppe –NH-CSSH bzw. >N-CSSH  
gemeint sind Metallsalze der Thiocarbaminsäure (meist Dithiocarbaminsäure)  
gegen Blauschimmel, Phytophthora und Rost(-Pilze), aber auch insektizide und nematizide Wirkung

## Dithiocarbaminsäure und deren Salze

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

### MANEB

Manganethylen-bisdithiocarbamat

**Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = 7500 mg / kg (Ratte)

**Verwendung, Bedeutung:**

**Bau, Eigenschaften:**

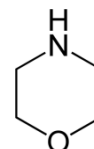
**Verwendung, Bedeutung:**

### 3.15.3.2.3. heterocyclische Stickstoff-Verbindungen

ringförmige Verbindungen mit einem oder mehreren Stickstoff-Atomen im Ring  
wirken meist systemisch  
gegen Mehltau, Strefenkrankheit und Blattfleckenkrankheit

#### *Morpholine*

systemisch, kurativ und protektiv gegen Mehltau und Rost



Strukturformel von Morpholin  
Q: de.wikipedia.org (Benjah-bmm27)

#### Tridemorph

2,6-Dimethyl-4-tridecylmorpholin

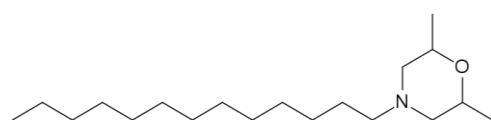
**Bau, Eigenschaften:**

farblos, unlöslich in Wasser

LD<sub>50</sub> = 1900 mg / kg (Ratte)

**Verwendung, Bedeutung:**

Verdacht auf Schädigungen bei Embryonen, wenn werdende Mütter Kontakt mit Tridemorph haben,



Strukturformel von Tridemorph  
Q: de.wikipedia.org (Leyo)

greift in den Synthese-Stoffwechsel um das Ergosterol (Ergasterin; notwendig für Zellwand von Pilzen) ein, Ergosterol ist aber auch die Provitamin-Form von Vitamin D<sub>2</sub>

### Fenpropimorph

#### **Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = 3500 mg / kg (Ratte)

#### **Verwendung, Bedeutung:**

systemisch, kurativ und protektiv gegen Mehltau und Rost

#### **Bau, Eigenschaften:**

#### **Verwendung, Bedeutung:**

### *Azole*

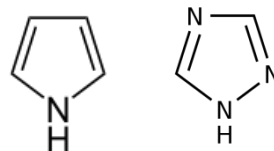
auch Pyrrole

aromatischer Fünfer-Ring

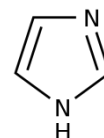
Grundstruktur vieler zelleigener Substanzen (z.B. Häm) oder auch Vitamin B<sub>12</sub>

**Triazole** enthalten insgesamt drei Stickstoff-Atome im Ring diese auch in der Humanmedizin gegen Hautmykosen eingesetzt, allgemein systemisch, gute protektive und kurative Wirkungen, greift in den Synthese-Stoffwechsel um das Ergosterol (Ergasterin; notwendig für Zellwand von Pilzen) ein, Ergosterol ist aber auch die Provitamin-Form von Vitamin D<sub>2</sub>

**Imidazole** sind Azol-Derivate mit insgesamt zwei N-Atomen im Ring



Strukturformeln  
von Pyrrol und Triazol  
Q: de.wikipedia.org (NEUROtiker,  
Luigi Chiesa)



Strukturformel von Imidazol  
Q: de.wikipedia.org (Luigi Chiesa)

### Triadimefon

#### **Bau, Eigenschaften:**

Triazol-Derivat

LD<sub>50</sub> = 500 mg / kg (Ratte)

#### **Verwendung, Bedeutung:**

## Triadimenol

### **Bau, Eigenschaften:**

Triazol-Derivat

LD<sub>50</sub> = 700 – 1200 mg / kg (Ratte)

### **Verwendung, Bedeutung:**

## Prochloraz

### **Bau, Eigenschaften:**

Imidazol-Derivat

LD<sub>50</sub> = 1600 – 2400 mg / kg (Ratte)

### **Verwendung, Bedeutung:**

systemisch, gegen Mehltau, Blattfleckenkrankheit, Blattseptoria und Spelzenbräune, Alternative od. Folgemittel bei Unwirksamkeit von Benzimidazolen

### **Bau, Eigenschaften:**

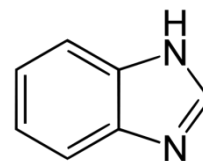
### **Verwendung, Bedeutung:**

## *Benzimidazole*

fest, kristallin

Baubestandteil des Vitamin B<sub>12</sub>

allgemein hohe systemische Wirkung



Strukturformel von Benzimidazol  
Q: de.wikipedia.org (Yikrazuul)

## Carbendazim

BCM

### **Bau, Eigenschaften:**

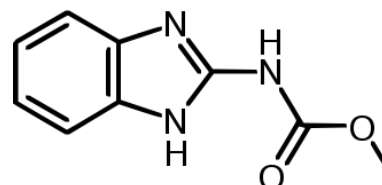
fest, farblos, geruchlos

LD<sub>50</sub> = 15.000 mg / kg (Ratte)

unlöslich in Wasser, löslich in Ethanol

### **Verwendung, Bedeutung:**

teilweise wirksam gegen Halmbruchkrankheit



Strukturformel von Carbendazim  
Q: de.wikipedia.org (Andel Früh)

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

### *Thiophonate*

#### Thiophonat-Methyl

**Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = 7.500 mg / kg (Ratte)

**Verwendung, Bedeutung:**

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

### 3.15.x.2.4. Phosphor-organische Verbindungen

#### Pyrazophos

Afugan, Curamil

**Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = 285 – 630 mg / kg (Ratte)

**Verwendung, Bedeutung:**

Beizmittel, gute Wirkung gegen spezielle Pilze, hier z.B gegen echten Mehltau

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

### **3.15.3.2.5. sonstige Verbindungstypen**

#### **Dichlofluanid**

Euparen,

**Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = >5000 mg / kg (Ratte)

**Verwendung, Bedeutung:**

systemisch, protektiv, kurativ gegen Rosenmehltau

#### **Procymidon**

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

#### **Vinclozolin**

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

systemisch, im Wein- und Gartenbau angewendet, auch gegen Rapskrebs und Weißstengeligkeit (bei Raps)

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

### **3.15.3.3. bedeutende Pflanzenschutzmittel gegen Pflanzen**



### 3.15.3.3.1. anorganische Herbizide

#### Natriumchlorat

NaClO<sub>3</sub>

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

Totalherbizid

#### Kalkstickstoff

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

Ätzmittel, wirksam gegen zweikeimblättrige Pflanzen (Dicotylen, Dicotyledoneae, Magnoliatae, Dicotyledonen)

#### Eisen-II-sulfat

FeSO<sub>4</sub> \* 7 H<sub>2</sub>O, Moostod

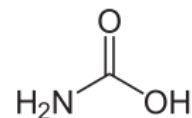
**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

### 3.15.3.3.2. Carbaminsäure-Derivate

neuerdings / besser Carbamidsäure

Salze heißen Carbamate (Strukturelement: >N-COO<sup>-</sup>), viele davon (auch) als Insektizide verwendet  
einfachste Aminosäure, aber nicht proteinogen; kommt in phosphorylierter Form im Harnstoff- und im Pyrimidin-Stoffwechsel vor



Strukturformel der Carbaminsäure  
Q: de.wikipedia.org (NEUROtiker)

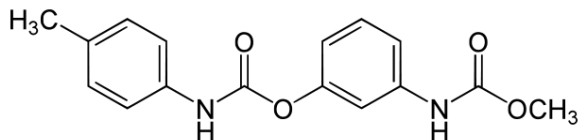
### Phenmedipham

Methyl-3-(3-methylcarbaniloyloxy)carbanilat

#### **Bau, Eigenschaften:**

geruchlos, fest, brennbar, farblos, nicht löslich in Wasser, gut löslich in organischen Lösungsmitteln

LD<sub>50</sub> = >8.000 mg / kg (Ratte)



Strukturformel von Phenmedipham

Q: de.wikipedia.org (Felix Hennersdorf)

#### **Verwendung, Bedeutung:**

Blattherbizid, Kontaktwirkung, beeinträchtigt den Elektronentransport in der Photosynthese

### Chlorbufam+

BiPC

#### **Bau, Eigenschaften:**

#### **Verwendung, Bedeutung:**

### Barban

#### **Bau, Eigenschaften:**

#### **Verwendung, Bedeutung:**

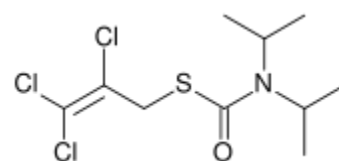
### Triallat

S-2,3,3-Trichlorallyl- *N,N*-diisopropylthiocarbamat, *N,N*-Diisopropyl- 2,3,3-trichlorallylthiolcarbammat

#### **Bau, Eigenschaften:**

farblos, brennbar, pulvrig, praktisch unlöslich in Wasser

LD<sub>50</sub> = 800 mg / kg (Ratte)



Strukturformel von Triallat

Q: de.wikipedia.org (Epop)

#### **Verwendung, Bedeutung:**

gegen Gräser (Flughafer, Ackerfuchsschwanz, Windhalm), stört Zellteilungsvorgänge, nicht in Deutschland zugelassen

### Diallat

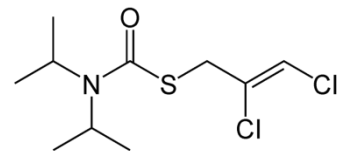
S-(2,3-Dichlorallyl)-N,N-diisopropylthiocarbamat, DDTC, DATC, 2,3-DCDT

#### **Bau, Eigenschaften:**

bräunlich, fest, schlecht in Wasser löslich  
LD<sub>50</sub> = 395 mg / kg (Ratte)

#### **Verwendung, Bedeutung:**

krebserregend, gegen Gräser in Rüben, Kartoffeln, Bohnen und Erbsen  
keine Zulassung in DACH-Staaten



Strukturformel von Diallat  
Q: de.wikipedia.org (Yikrazuul)

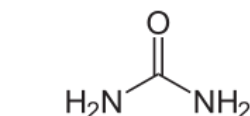
#### **Bau, Eigenschaften:**

#### **Verwendung, Bedeutung:**

### 3.15.3.3. Harnstoff-Derivate

Harnstoff (Cohlensäurediamid, Carbamid, Carbonyldiamid, Urea, Piagran)

Stoffwechselendprodukt im Protein-Stoffwechsel, zur ungiftigen Entsorgung von Cohlendioxyd und Ammoniak  
farblos, geruchlos, kristallin, fest



Strukturformel von Harnstoff  
Q: de.wikipedia.org (NEUROtiker)

### Methabenzthiazuron

#### **Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = 2500 mg / kg (Ratte)

#### **Verwendung, Bedeutung:**

gegen Unkräuter in Tabak-, Winterweizen- und Kartoffel-Felder  
Photosynthese-Hemmer

### Monolinuron

#### **Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = 2200 mg / kg (Ratte)

#### **Verwendung, Bedeutung:**

gegen Unkräuter in Kartoffeln und Wein-Reben

### Linuron

**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

Unkräuter im Mais-, Möhren-, Kartoffel-, Spargel- und Ackerbohnen-Kulturen

**Metobromuron**

**Bau, Eigenschaften:**

Strukturformel von

**Verwendung, Bedeutung:**

gegen Unkräuter in Tabak- und Kartoffel-Felder

**Bau, Eigenschaften:**

Strukturformel von

**Verwendung, Bedeutung:**

**3.15.3.3.4. Sulfonylharnstoffe**

hochaktiv, verhindern die Synthese der Aminosäuren Valin und Isoleucin, führt zum Stillstand der Zellteilung  
typische Struktur ist die Sulfonyl-Brücke  $-\text{SO}_2\text{-NH-CO-NH-}$

**Metsulfuronmethyl**

**Bau, Eigenschaften:**

$\text{LD}_{50} = >5.000 \text{ mg / kg (Ratte)}$

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

**Verwendung, Bedeutung:**

gegen Unkräuter (z.B. Stiefmütterchen) in Getreide

## Isoproturon

### **Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = 1800 – 2420 mg / kg (Ratte)

Strukturformel von

### **Verwendung, Bedeutung:**

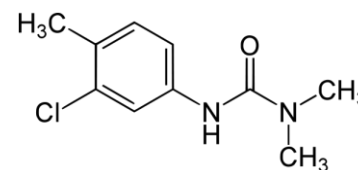
gegen ein- u. zweikeimblättrige Unkräuter in Getreide (Winterweizen)

## Chlortoluron

CTU, 3-(3-Chlor-4-methylphenyl)-1,1-dimethylharnstoff, 3-(3-Chlor-*p*-tolyl)-1,1-dimethylharnstoff

### **Bau, Eigenschaften:**

weiß, kristallin, wenig löslich in Wasser,  
LD<sub>50</sub> = 9.000 mg / kg (Ratte)



Strukturformel von Chlortoluron  
Q: de.wikipedia.org (Yikrazuul)

### **Verwendung, Bedeutung:**

hemmt Photosynthese (Photosystem II), gegen Unkräuter in Winterweizen und -gerste, wechselnde Zulassungsgeschichte in verschiedenen europäischen Ländern

### **Bau, Eigenschaften:**

Strukturformel von

### **Verwendung, Bedeutung:**

## 3.15.3.3.5. Carbonsäuren und deren Derivate

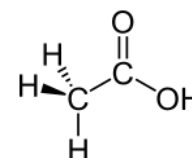
auch Alkansäuren

in diese Gruppe gehören sehr viele Herbizide, zumeist chlorierte Derivate

bestimmendes Strukturelement ist die Carboxyl-Gruppe (Säure-Gruppe) –COOH

recht einfaches Beispiel ist die Essigsäure (Essig, Ethansäure), deren Salze heißen Acetate, einfachste Alkansäure Ameisensäure (Salze: Formiate), bilden homologe Reihe (Propansäure, Butansäure, ...), dazu gehören auch die (gesättigten) Fettsäuren

meist als Salze (häufig Natrium-Salze) im Handel



Strukturformel der Essigsäure  
Q: de.wikipedia.org (NEUROtiker)

### Trichloressigsäure

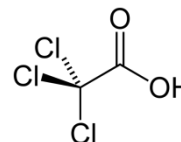
TCA, NaTa, Trichlorethansäure,  $\text{CCl}_3\text{COOH}$

#### **Bau, Eigenschaften:**

farblos, leicht sauer riechend, kristallin, gut löslich in Wasser, Ethanol und Ethylether  
 $\text{LD}_{50} = 5.000 \text{ mg / kg}$  (Ratte)

#### **Verwendung, Bedeutung:**

zur Bekämpfung von Unkräutern (Gräser) besonders der Quecke, mit besonderer Zulassung auch zur Unkrautbekämpfung in Gewässern



Strukturformel der Trichlor-  
essigsäure  
Q: de.wikipedia.org (Benjah-bmm27)

### Dichlorpropionsäure

Dichlorpropansäure

#### **Bau, Eigenschaften:**

$\text{LD}_{50} = 9.330 \text{ mg / kg}$  (Ratte)

Strukturformel von

#### **Verwendung, Bedeutung:**

zur Bekämpfung der Quecke

### Dichlorphenoxyessigsäure

2,4-Dichlorphenoxyethansäure, 2,4-D,

#### **Bau, Eigenschaften:**

Strukturformel von

#### **Verwendung, Bedeutung:**

### Methylchlorphenoxyaceticacid

MCPA, 2-Methyl-4-chlorphenoxyethansäure

#### **Bau, Eigenschaften:**

$\text{LD}_{50} = 700 \text{ mg / kg}$  (Ratte)

Strukturformel von

#### **Verwendung, Bedeutung:**

### Glyphosat

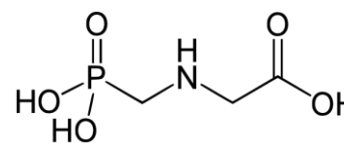
*N*-(Phosphonomethyl)glycin

#### **Bau, Eigenschaften:**

fest, farblos, geruchlos, schlecht Wasser-löslich

#### **Verwendung, Bedeutung:**

in Roundup



Strukturformel von Glyphosat  
Q: de.wikipedia.org (Yikrazuul)

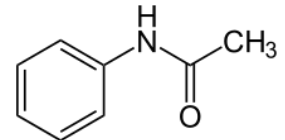
## Bau, Eigenschaften:

Strukturformel von

## Verwendung, Bedeutung:

### 3.15.3.3.6. Carbonsäureanilide

auch wegen Chlor und Essigsäure als Chloracetanilide  
Beispiel für die Grundstruktur Acetanilid (Essigsäureanilid)



Strukturformel von Acetanilid  
Q: de.wikipedia.org ()

### Alachlor

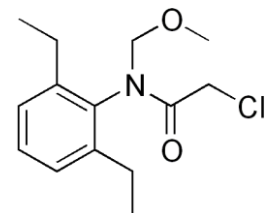
2-Chlor-*N*-(2,6-diethylphenyl)-*N*-(methoxymethyl)acetamid,  
Chloressigsäure-*N*-(methoxymethyl)-2,6-diethylanilid,  
 $C_{14}H_{20}ClNO_2$

#### Bau, Eigenschaften:

farblos bis grau, brennbar, leicht süßlich riechend, Pulver,  
schlecht in Wasser löslich  
 $LD_{50} = 930 - 1.360$  mg / kg (Ratte)

#### Verwendung, Bedeutung:

eingesetzt gegen einjährige Gräser und Unkräuter in Mais-,  
Erdnuss, Sonnenblumen-, Baumwolle-, Soja-, Kohl- und Raps-  
Kulturen, Vorlaufherbizid  
potentiell cancerogen, Umwelt-gefährlich (läßt z.B. Algen, Klein-  
krebse und Jungfische absterben)  
in der EU verschiedentlich in Lebensmitteln nachgewiesen  
(auch über Grenzwerte)



Strukturformel von Alachlor  
Q: de.wikipedia.org (Edgar181)

### Trifluralin

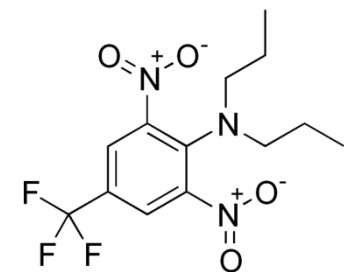
$\alpha, \alpha$ -Trifluor-2,6-dinitro-*N,N*-dipropyl-*p*-toluidin,  $C_{13}H_{16}F_3N_3O_4$

#### Bau, Eigenschaften:

gelb bis orange, fest, aromatischer Geruch, unlöslich in Wasser  
 $LD_{50} = >10.000$  mg / kg (Ratte)

#### Verwendung, Bedeutung:

eingesetzt in Mais-, Bohnen-, Soja- und Tomaten-Kulturen ge-  
gen einjährige Gräser und breitblättrige Unkräuter  
gefährlich für Wasser-Lebewesen, cancerogen, in EU nicht  
mehr zugelassen, weltweit – auch in der Schweiz – noch ver-  
wendet



Strukturformel von Trifluralin  
Q: de.wikipedia.org (Edgar181)

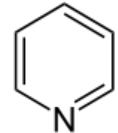
## Bau, Eigenschaften:

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

## Verwendung, Bedeutung:

### 3.15.3.3.7. Pyridin-Derivate

Pyridine und Pyridiniumsalze  
Grundstruktur ist das Pyridin (Azabenzol, Azin, Py)  
selbst Nervengift



Strukturformel von Pyridin  
Q: de.wikipedia.org (NEUROtiker)

### Paraquat

1,1'-Dimethyl-4,4'-bipyridinium, C<sub>12</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>

#### Bau, Eigenschaften:

sehr gut löslich in Wasser, wenig bis nicht löslich in organischen Lösungsmitteln, fest, farblos

LD<sub>50</sub> = 110 – 150 mg / kg (Ratte), beim Menschen (geschätzt)

LD<sub>50</sub> = 35 mg / kg

DT<sub>50</sub> = 1000 d

#### Verwendung, Bedeutung:

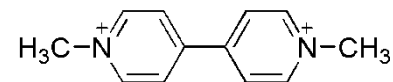
Bodenherbizid zur Bekämpfung von Unterwuchs auf Baum-bewachsenen Plätzen, z.B. auch in Kaffee-, Tee-, Ölpalmen- und Bananen-Plantagen, Erzeugung von Brandschneisen bei Waldbrandgefahr od. auch prophylaktisch

verändert Photosynthese, es bilden sich hochreaktive Hyperoxide (Peroxide), welche diverse Zell-Moleküle oxidieren (dadurch zerstören)

wegen optischer Verwechslungsgefahr (der Einsatzformulierung) (ähnlich wie Rotwein bzw. Cola) heute mit blauen Brechmittel versetzt

fruchtschädigend, wahrscheinlich cancerogen, leicht mutagen

schlechter Abbau in der Umwelt, Anreicherung in der Nahrungskette, unter Lichteinfall schnell zersetzlich



2 Cl<sup>-</sup>

Strukturformel für Paraquat-  
dichlorid

Q: de.wikipedia.org (Wikifrosch)

### Deiquat

#### Bau, Eigenschaften:

Strukturformel von

#### Verwendung, Bedeutung:

Krautabtötung in der Produktion von Saatkartoffeln, im Feld- und Gemüse-Anbau als Kontaktherbizid zur Bekämpfung von Samenunkräutern

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()



**Bau, Eigenschaften:**

**Verwendung, Bedeutung:**

### 3.15.3.3.8. Pyridazine

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

#### Chloridazon

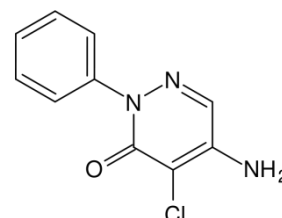
5-Amino-4-chlor-2-phenyl-2H-pyridazin-3-on, Pyrazon,

#### **Bau, Eigenschaften:**

farblos, geruchlos, fest, sehr schlecht in Wasser löslich  
LD<sub>50</sub> = 500 mg / kg (Ratte)

#### **Verwendung, Bedeutung:**

Bodenherbizid im Vorfeld eines Rübenanbaus, wird über die Wurzel aufgenommen und in die gesamte Pflanze geleitet hemmt Photosynthese  
da das Mittel – genauer ein charakteristisches Abbauprodukt – nach über 40jährigem Einsatz im Grundwasser nachgewiesen wurde, wird der Einsatz in Grundwasserschutzgebieten eingestellt



Strukturformel von Chloridazon  
Q: de.wikipedia.org (Dschanz)

**Bau, Eigenschaften:**

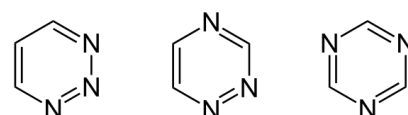
Strukturformel von

**Verwendung, Bedeutung:**

### 3.15.3.3.9. Triazin-Derivate

aromatische Heterozyklen

wegen ihrer Persistenz in der EU verboten  
auch im Duroplast Melamin (z.B. Plaste-Kochlöffel usw.)  
enthalten



Strukturformeln möglicher Triazine  
(1,2,3-, 1,2,4- und 1,3,5-Triazin)  
Q: de.wikipedia.org (Jü)

### Simazin

6-Chlor-*N,N'*-diethyl-1,3,5-triazin-2,4-diamin

#### **Bau, Eigenschaften:**

weißes bis beiges Pulver, in Wasser löslich

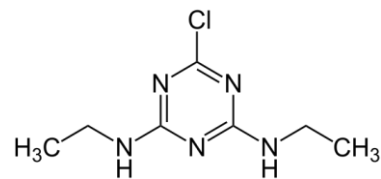
LD<sub>50</sub> = >5.000 mg / kg (Ratte)

#### **Verwendung, Bedeutung:**

Herbizid zur Bekämpfung von Unterwuchs in Mais-Kulturen od. unter Sträuchern

in Deutschland seit 2000 nicht mehr zugelassen, giftig für Fische, nicht für Bienen

verdächtig für die Induzierung von Tumor-Bildungen



Strukturformel von Simazin

Q: de.wikipedia.org (Jü)

### Atrazin

6-Chlor-*N*-ethyl-*N'*-isopropyl-1,3,5-triazin-2,4-diamin

#### **Bau, Eigenschaften:**

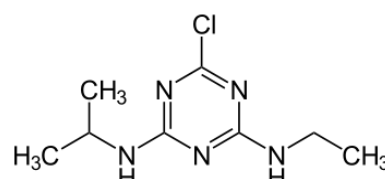
weiß bis beige, geruchlos, fest, unlöslich in Wasser

#### **Verwendung, Bedeutung:**

für Tiere meist – auch für den Menschen – nur gering giftig, z.T. reizend

in Deutschland verboten (Gefährdung des Grundwassers), geringe Anhäufung (Akkumulation) in der Nahrungskette, sehr langsamer Abbau in der Natur

blockiert Teile Photosynthese (Elektronen-Transport in nachgelagerten Redoxsystemen des Photosystems II)



Strukturformel von Atrazin

Q: de.wikipedia.org (NEUROtiker)

### Terbutryn

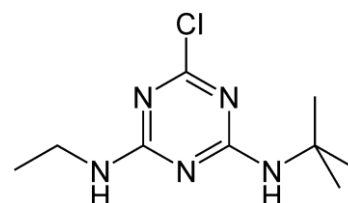
Terbutylazin, 2-*tert*-Butylamino-4-chlor-6-ethylamino-1,3,5-triazin, Gardoprim, Sorgoprim

#### **Bau, Eigenschaften:**

weiß, schwach riechend, praktisch unlöslich in Wasser

#### **Verwendung, Bedeutung:**

gegen ein- und zweikeimblättrige Unkräuter in Getreide



Strukturformel von

Q: de.wikipedia.org (Yikrazuul)

#### **Bau, Eigenschaften:**

Strukturformel von

Q: de.wikipedia.org ()

#### **Verwendung, Bedeutung:**

### 3.15.3.3.10. Phosphor-organische Verbindungen

häufig Phosphorsäure-Derivate

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

#### Glyphosat

Roundup, *N*-(Phosphonomethyl)glycin

#### **Bau, Eigenschaften:**

farblos, geruchlos, fest, schlecht löslich in Wasser

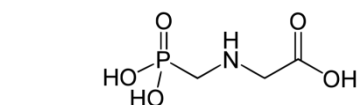
LD<sub>50</sub> = 4.275 mg / kg (Ratte)

DT<sub>50</sub> = 40 d

#### **Verwendung, Bedeutung:**

weltweit am meisten eingesetztes Herbizid (vertrieben von US-Firma Monsanto, die wegen vieler ökologisch bedenklicher Produkte stark in der Kritik steht, auch andere Geschäft-Felder und –Gebahren sind negativ auffällig)

Patente abgelaufen, billiges Breitband-Herbizid (wirkt gegen Ein- und Zweikeimblättrige Pflanzen), blockiert Enzym in der Synthese der Aminosäuren Phenylalanin, Tryptophan und Tyrosin  
ökologisch recht optimales Pflanzenschutzmittel (leicht abbaubar, keine Akkumulation in der Nahrungskette), Wirkung in der nächsten Folgefrucht um 1%, für Tiere praktisch ungiftig, allerdings für Fische kritisch,



Strukturformel von Glyphosat  
Q: de.wikipedia.org (Yikrazuul)

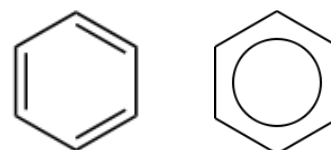
#### **Bau, Eigenschaften:**

Strukturformel von

#### **Verwendung, Bedeutung:**

### 3.15.3.3.11. Benzen-Derivate

früher Benzol, aber in der Struktur Doppelbindung → Endung –en, Mesomerie führt zu delokalisierten Elektronen-Sextet → aromatischer Zustand



Strukturformel von Benzen  
(KEKULÉ- bzw. ARMIT-ROBINSON-Formel)  
Q: de.wikipedia.org  
(NEUROtiker, Bryan Derksen)

### Dinitroorthokresol

DNOC, 2-Methyl-4,6-dinitrophenol, Agent Yellow

#### **Bau, Eigenschaften:**

gelb, kristallin, wenig löslich in Wasser, als Alkali-Salz gut löslich

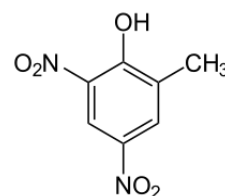
LD<sub>50</sub> = 7 mg / kg (Ratte)

in trockener Form explosiv,

#### **Verwendung, Bedeutung:**

gegen Samenunkräuter in Getreide, auch starke insektizide Wirkung

mutagen, hoch giftig



Strukturformel von  
Dinitroorthokresol

Q: de.wikipedia.org (NEUROtiker)

### Dinitrobutylphenylacetat

#### **Bau, Eigenschaften:**

#### **Verwendung, Bedeutung:**

kombiniert mit Dinosebacetat, gegen Samenunkräuter in Getreide

Strukturformel von

Q: de.wikipedia.org ()

#### **Bau, Eigenschaften:**

#### **Verwendung, Bedeutung:**

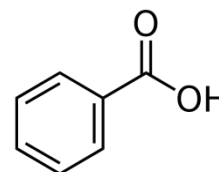
Strukturformel von

### 3.15.3.3.12. Benzoesäure-Derivate

andere Namen: u.a. Phenylameisensäure,  
Benzencarbonsäure, Monophenylmethansäure,  
Carboxybenzen

einfachste organische aromatische Säure  
auch als Konservierungsmittel (E 210)

Hemmstoff für / an (bakteriellen) Enzymen, pseudoallergene (Symptome wie Allergie vom Sofort-Typ, aber keine Immunreaktion) Effekte beschrieben



Strukturformel von Benzoesäure

Q: de.wikipedia.org (Calvero)

### Trichlorbenzoesäure

TBA,

#### **Bau, Eigenschaften:**

#### **Verwendung, Bedeutung:**

gegen Unkräuter in Getreide

Strukturformel von

Q: de.wikipedia.org ()

## loxynil

### **Bau, Eigenschaften:**

gegen Zweikeimblättrige (Dikotyledonen) in Getreide (besonders Kamille)

Strukturformel von

### **Verwendung, Bedeutung:**

### **Bau, Eigenschaften:**

Strukturformel von

### **Verwendung, Bedeutung:**

## **3.15.3.3.13. Stoffe verschiedener Gruppen oder ohne Zuordnung**

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

## Trifluralin

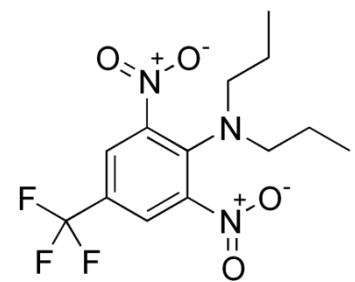
$\alpha,\alpha,\alpha$ -Trifluor-2,6-dinitro-*N,N*-dipropyl-*p*-toluidin

### **Bau, Eigenschaften:**

aromatische und fluorierte Amino-Verbindung  
gelb bis orange, fest, aromatischer Geruch, unlöslich in Wasser

### **Verwendung, Bedeutung:**

auch in Kombination mit Linuron, gegen ein- u. zweikeimblättrige Unkräuter in verschiedenen Kulturen (Getreide, Mais)



Strukturformel von Trifluralin  
Q: de.wikipedia.org (Edgar181)

## Amitrol

### **Bau, Eigenschaften:**

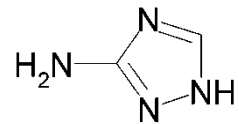
gehört zu den Triazolen (zwei C-Atome mit 3 N-Atomen in einem fünfgliedrigen Ring)

farblos, fest, gut in Wasser löslich

schwach giftig

### **Verwendung, Bedeutung:**

gegen Quecke und Huflattich, beeinflussen die Carotinsynthese → fehlender Schutz für die Chlorophylle → Ausbleichen und dann Aussetzen der Photosynthese, nicht in den DACH-Staaten, krebserregend



Strukturformel von Amitrol  
Q: de.wikipedia.org (kuhnmic)

### 3.15.3.3.14. ?

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

### **Bau, Eigenschaften:**

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

### **Verwendung, Bedeutung:**

## 3.15.3.4. Wachstumregulatoren

beeinflussen Wachstum der Pflanzen ohne eine schädigende Wirkung, Hormon-artige Wirkung, wirken systemisch

Anwendung z.B. zur Verkürzung der Zwischenknotenabschnitte (Internodien) bei Gräsern (Getreide) → bessere Halmfestigkeit (Halmstabilisator)

Reife-Auslöser,

### Ethephon

2-Chlorethylphosphorsäure

### **Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = 4.200 mg / kg (Ratte)

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

### **Verwendung, Bedeutung:**

Halmstabilisator (Gerste, ?Raps, ...)

### **Mepiquat**

Mepiquatchlorid, 1,1-Dimethylpiperiniumchlorid

#### **Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = 1.500 mg / kg (Ratte)

Strukturformel von

#### **Verwendung, Bedeutung:**

### **Chlormequat**

CCC, Chlorcholinchlorid, 2-Chlorethyltrimethylammoniumchlorid

#### **Bau, Eigenschaften:**

LD<sub>50</sub> = 4.250 mg / kg (Ratte)

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

#### **Verwendung, Bedeutung:**

### **Ethen**

Ethylen

#### **Bau, Eigenschaften:**

#### **Verwendung, Bedeutung:**

natürliches Reife-Hormon, Begasung von grünen Bananen (Transport- und Lager-Form) in Auslieferungslagern od. auf dem Kühlschiff → gleichzeitig und termingesteuerte Reife, reife Früchte bilden das Gas ebenfalls, so dass eine Kettenreaktion auftritt (auch bei Lagerung verschiedener Früchte nebeneinander)

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

#### **Bau, Eigenschaften:**

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

#### **Verwendung, Bedeutung:**

### **3.15.3.4.2. Vorlagen**

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

**Bau, Eigenschaften:**

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

**Verwendung, Bedeutung:**

**Bau, Eigenschaften:**

Strukturformel von

**Verwendung, Bedeutung:**



### **3.15.4. Tierschutzmittel**

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

**Bau, Eigenschaften:**

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

**Verwendung, Bedeutung:**

**Bau, Eigenschaften:**

Strukturformel von

**Verwendung, Bedeutung:**

## 3.15.5. weitere Kontaminierungen usw.

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

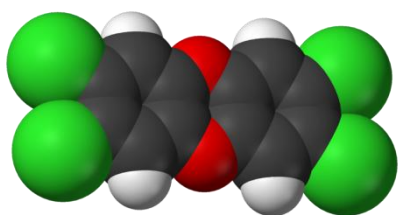
### 3.15.5.1. chemische Kontaminierungen

#### 3.15.5.1.1. Dioxin(e)

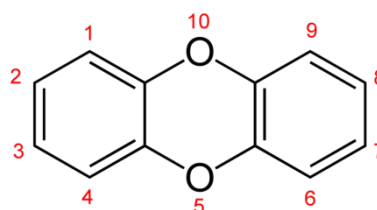
##### **Bau:**

insgesamt rund 75 verschiedene Derivate / Dioxine, man nennt die Abwandlungen von der Grundstruktur auch Kongenere, sie unterscheiden sich baulich in der Anzahl und Stellung der Chlor-Atome praktisch kommen dann noch rund 135 potentiell gefährliche Furane dazu, Furane sind ähnliche gebaute heterocyclische Kohlenwasserstoffe

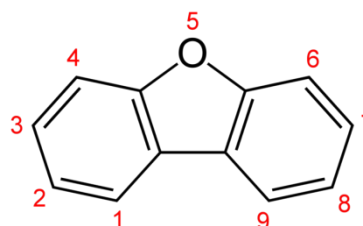
gehören zu den PCB's (polychlorierte Biphenyle) gefährlich besonders die mehrfach chlorierten Dibenzodioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF) (im Folgenden gemeinsam kurz Dioxine genannt) einige (12 von 209) Biphenyle werden als Dioxin-ähnlich eingestuft, sie haben ähnliche Eigenschaften und Wirkmechanismen



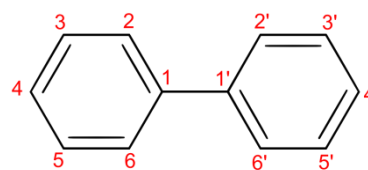
Beispiel: 2,3,7,8-TCDD  
(2,3,7,8-Tetrachlor-Dibenzo-*p*-dioxin)



Grund-Strukturformel von Dibenzodioxin



Grund-Strukturformel von Dibenzofuran  
Q: de.wikipedia.org (Benjah-bmm27)



Grund-Strukturformel von Biphenyl

##### **Eigenschaften:**

farblos, weiße Kristalle

Fett-liebend, gut löslich in organischen, unpolaren Lösungsmitteln

lagert sich im Fett-Gewebe ab, wird kaum abgebaut

kaum Wasser-löslich,

LD<sub>50</sub> = 1 – 10 – 1000 µg / kg (Meerschweinchen – Maus – Hamster),

LD<sub>50</sub> = 70 µg / kg (Rhesusaffe) wahrscheinlich der giftigste künstlich hergestellte Stoff (nur natürliche Gifte stärker: Diphterie-Toxin 3x; Tetanus-Toxin 10.000x und Botulinus-Toxin A bis 30.000x giftiger)

2,3,7,8-PCDD ist 10x giftiger als das Mycotoxin von Schimmelpilzen, 500x toxischer als Strychnin und Curare und 1.000x giftiger als Nikotin

biologisch im Prinzip nicht abgebaut, starke Anreicherung in Fett-Gewebe

sehr stabil gegen Säuren, Basen usw. (hohe chemische Persistenz)

### **Entstehung / Herkunft:**

bei der Verbrennung chlorierter organischer Stoffe (cyclische Kohlenwasserstoffe) bei Temperaturen um 300 bis 600 °C ("Dioxin-Fenster" bei Verbrennungen) entstehen verschiedene Dioxine → deshalb müssen Müllverbrennungs-Anlagen bei deutlich höheren Temperaturen gefahren werden, über 900 °C werden die Dioxine sicher verbrannt

Metall-Recycling und Metallurgie zählen zu den Haupt-Emmissions-Quellen, bedeutsam in der Gesamtmenge auch die Kleinf Feuerungsanlagen

als direkte Quellen kommen die Luft, die Produkte (Geräte, Papier, Chemikalien, Plasteteile), über Rückstände (Schlämme, Schlacken, Aschen) und Abwässer (Deponie-Sickerwasser, (chemische) Industrie) in Frage

natürliche Quellen sind Gewitter und Waldbrände (setzt aber schon eine chemische Vorbelastung mit chlorierten oder bromierten Kohlenwasserstoffen (Polycyclen) voraus

einige Dioxine (PCDD's) und Dioxin-ähnliche Stoffe (PCB's und PCDF's) wurden für die Verwendung in Transformatoren, Kondensatoren und als Hydraulik-Öl produziert, auch als Weichmacher (für Kunststoffe) genutzt (seit 1989 in Deutschland verboten, können aber noch in Altgeräten vorkommen) in Deutschland deutlich (<10 %) gesunkene Emissionen im Vergleich zu den 80er und 90er Jahren

üblicherweise kommen sie immer als Gemische von verschiedenen Dioxinen (Kongenere) vor spezielle Zusammensetzung und Mengenverhältnisse (Kongeneren-Muster) lassen Rückschlüsse auf Herkunft und Entstehungsart zu

17 der Dioxine treten besonders häufig auf, zur quantitativen Gesamt-Bewertung werden diese als Summe mit bestimmten Korrekturfaktoren (TEF, Toxizitätsäquivalenzfaktor) zu einem Kennwert verrechnet (Dioxin-Äquivalente; TEQ (Toxizitätsäquivalent))

2,3,7,8-TCDD hat den TEF = 1; andere Dioxine haben Faktoren die ein bis vier Zehnerpotenzen kleiner sind, das heißt also, dass für eine gleich große Toxizität die 10 bis 10.000x Menge benötigt würde, wie von 2,3,7,8-TCDD

### **Verwendung, Bedeutung:**

alle Dioxine giftig (toxisch) und Krebs-erregend (cancerogen)

Anreicherung z.B. im Ei-Gelb, in Nahrungs-Ketten (über das Fett und Fleisch)

Abbau in der Natur extrem gering (das meiste heute in der Natur zirkulierende Dioxin stammt aus den 70, 80 und 90er Jahren)

Stoffe, die sich Pflanzen, Tieren und dem Menschen anreichern können und die das Potential zu einer weiten Verbreitung (in den Ökosystemen) haben werden persistente organische Schadstoffe (POP, persistent organic pollutants) genannt. Dibenzodioxine, Dibenzofurane und Biphenyle zählen zu den POP's.

Dioxin wird zu 90 – 95 % über die Nahrung aufgenommen (durchschnittlich 0,7 – 1,5 pg / d \* kg [Körpergewicht]), hängt von Lebensweise, Ernährung und Region ab

zu über 95 % stammt das Dioxin aus Milch- und Milch-Produkten, Eier und Ei-Produkte, Fleisch und Fisch

knapp über 60 % Fleisch, Milchprodukten und Fisch, wobei Fisch sehr hoch belastet ist, aber anteilig relativ wenig gegessen wird

Halbwertszeit im menschlichen Körper 7 – 10 Jahre (für 2,3,7,8-TCDD), einige PCDD haben Halbwertszeiten von 20 Jahren

Vergiftungs-Erscheinungen: geringe akute Wirkung (z.B. nach Chemie-Unfällen, direktem Kontakt), dann Übelkeit, Erbrechen und Reizungen der Atemwege

chronische Wirkung sehr stark: schleichendes Gift (Tod auf Raten): Chlorakne (Leitsymptom), wirkt Krebs-erzeugend (cancerogen), Erbgut-schädigend (Erzeugung von Mutationen); Leberschädigend

Mechanismus der Mutations-Erzeugung nicht geklärt, ev. wirken Dioxine als Verstärker / Multiplikatoren für andere Mutagene (Synergie-Effekt), diskutiert werden Veränderungen der Signalketten bei Zell-Teilung und Zell-Tod (programmierter Zell-Tod), Teilungsbegrenzung wird ev. aufgehoben (→ Krebs) und kein programmierter Zell-Tod mehr (→ Krebs)

Auszehr-Syndrom (wasting syndrom) mit starkem Gewichtsverlust und massiven Veränderungen der Lebefunktionen und verschiedene Stoffwechsel-Entgleisungen

Störung des Immun-Systems

Veränderung der Enzym-Aktivitäten verschiedener Enzym-Systeme

besonders häufig Leber- und Bauchspeicheldrüsen-Krebs (als Berufserkrankung bei Chemie-Arbeitern mit Dioxin-Kontakt anerkannt)

diverse Nerven-Krankheiten, Schwäche in den unteren Extremitäten

bei belasteten Männer kommt es zur Veränderung der Geschlechtsverhältnis bei Geburten (zu Gunsten der Mädchen)

Dioxine haben Hormon-ähnliche Wirkungen, hemmen Östrogen-Rezeptoren (dabei stellen sich sogar anticancerogene Wirkungen ein)

Dioxin durchdringt Plazenta-Schranke

hohe Belastung auch in der Muttermilch (wegen hohem Fett-Anteil), trotzdem wird das lange Stillen von der WHO und der Nationalen Stillkommission empfohlen, da die Vorteile überwiegen  
Säuglinge und Kleinkinder nehmen das doppelte bis das dreifache an Dioxinen mit der Nahrung auf

bei Kindern, deren Mütter eigentlich "normal" mit Dioxin belastet waren, wurden aber auch Entwicklungs-Störungen und –Verzögerungen (Retardierung) beobachtet

Frauenmilch wird als Belastung-Indikator verwendet

Behandlung: echte Therapie nicht bekannt, Behandlung mit Kortison, Fasten, Gabe von Parafin-Öl und medizinischer Kohle (Aktiv-Kohle), zusätzliche Gabe / Aufnahme von Vitaminen und Mineralstoffen empfohlen

im Boden Halbwertzeiten von mehreren Jahrzehnten, meist aber kein Übergang auf die Kulturen, Dioxine in den anhaftenden Boden-Teilchen

Grenzwerte EU:

es wurden Quelle und durchschnittliche Verzehr-Menge bei der Grenzwert-Festlegung einbezogen

3 pg / g [Fett] z.B. in Eiern

Aal, Leber fetthaltiger Tiere (Kälber, Schweine) = 12 pg / kg [Fett]

Schweine-Fleisch 1,5 pg / kg [Fett]

angestrebt Aufnahme von weniger als 1 pg / kg [Körpergewicht]

WHO

deren Werte liegen z.T. deutlich höher

angestrebt Aufnahme von max. 1 – 4 pg / kg [Körpergewicht]

größte Katastrophe mit Dioxin im italienischen Seveso (1976) bei der Herstellung eines Desinfektionsmittels entstand als Nebenprodukt 2,3,7,8-TCDD (2,3,7,8-Tetrachlor-Dibenzo-*p*-dioxin), hierbei handelt es sich um – eines der, wenn nicht sogar – das giftigste Dioxin

bekannt auch aus Vietnam-Krieg, dort als Verunreinigung im Entlaubungsmittel "Agent Orange" enthalten, starke Schädigungen an Zivilbevölkerung, aber auch bei US-Militär-Angehörigen (Vergiftung der eigenen Soldaten)

ev. heute noch auf Spiel- und Sportplätzen im sogenannten "Kieselrot", dort Belastung bis zu 10.000x höher, als zulässig (nach 1968 nicht mehr neu verwendet)

seit 2004 mit der Stockholmer Konvention sollen Emmissionen durch die besten zur Verfügung stehenden technischen Mittel soweit als möglich reduziert oder verhindert werden

diverse Lebensmittel-Skandale

1968 durch belastetes Reis-Öl traten im japanischen Yoshio Massen-Vergiftungen auf (Yoshio-Krankheit)  
ähnliches Szenario 1979 in Taiwan (Yucheng)

2003 Dioxin-verseuchtes Futtermittel entsteht in einer defekten Trocknungsanlage, diverse Bauern werden mit diesem Futtermittel (rund 2100 t) beliefert

2010 Skandal mit verseuchten Eiern und Fleisch, ein Futtermittel-Hersteller (Harles & Jentzsch; Schleswig-Holstein) mischt technische Fette (Mischfettsäuren (eigentlich für die Papier-Herstellung) in Tierfutter, diverse Futtermittel-Hersteller in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, ???... wurden beliefert, die wiederum belieferten dann tausende Bauerhöfe

die technischen Fette wurden richtig deklariert ("nicht für die menschliche Ernährung geeignet") bis zum Futtermittel-Hersteller geliefert, dieser hatte die billigeren Fette dann dem Futter beigemischt, die technischen Fette waren bekannterweise deutlich über den Grenzwert mit Dioxinen belastet, das Mischen diente u.a. der Verdünnung der Dioxine bis unter den Grenzwert

eine Ausgangskontrolle fehlte aber

### **3.15.5.1.2. anorganische Säuren und deren Salze**

dazu gehören:

Phosphorsäure, Polyphosphorsäuren, schweflige Säure und deren Salze (Phosphate, Polyphosphate, Sulfite)

weiterhin die besondere Gruppe der Stickstoff-Säuren

meist gut Wasser-löslich; Überschüsse werden i.A. schnell über Urin und Kot ausgeschieden  
wenige Phosphate sind schwer löslich; dann sind Ablagerungen usw. möglich

Polyphosphate werden als Wasser-Binder z.B. in Wurst-Waren verwendet; binden Calcium; bewirken aber auch / dadurch die Calcium-Aufnahme (problematisch bei Kindern und älteren Menschen)

schweflige Säure und / oder deren Salze (Sulfite) werden z.B. als Konservierungsmittel eingesetzt (z.B. bei Wein (bis zu 40 mg/l) oder bei Trockenobst)  
empfindliche Menschen reagieren schon auf 25 – 30 mg/l mit Kopfschmerzen

Stickstoffsäuren sind salpetrige Säure und die Salpetersäure; Salze heißen Nitrite bzw. Nitrate

bewirken eine rote Farbe (Nitroso-Hämoglobin) bei Wurst-Waren; normales Kochsalz bewirkt eine braun-graue Verfärbung (typisch für Salz-gepökeltes Fleisch)

behandete Lebensmittel enthalten (geringen Mengen) Nitrosamine; diese gelten als kanzerogen (Krebs-erregend)

Nitrosamine auch in Stark- und Dunkel-Bieren in bedenklichen Mengen gefunden (z.B. Dimethylnitrosamin)

Nitrit-Pökelsalz

### **3.15.5.1.3. organische Säuren und deren Salze**

Weinsäure, Ameisensäure, Bernsteinsäure, Adipinsäure, Oxalsäure

eingeschränkt auch Zitronensäure, Essigsäure, Fumarsäure  
diese kommen im natürlichen Stoff- und Energiewechsel in größeren Mengen vor; problematisch ist aber die Aufnahme bzw. die Wirkung im Verdauungssystem

verstärken Wirkung von Antioxidanzien; Erhöhen pH-Wert oder werden zum Konstanthalten des pH-Wertes eingesetzt (Puffer)

verändern Fließ-Eigenschaften und die Viskosität von Teigen; beeinflussen Beschaffenheit von Backwaren  
z.T. verändern sie in Gemischen den Schmelz-Punkt des Gemisches; besonders auch im Vergleich zum Reinstoff

Kalium- und Natriumsalze der Weinsäure (Kaliumtartrat; Natriumtartrat) wirken abführend

Zitronensäure vermindert die Calcium-Resorption im Darm

### **3.15.5.1.x. weitere chemische Kontaminierungen**

**Bau, Eigenschaften:**

Strukturformel von

**Verwendung, Bedeutung:**

**Bau, Eigenschaften:**

Strukturformel von  
Q: de.wikipedia.org ()

**Verwendung, Bedeutung:**

### 3.15.6. Allergene

sind Stoffe, die oft schon in Spuren extreme Immun-Reaktionen hervorrufen können  
 werden in der Immun-Biologie allgemein auch als Antigene bezeichnet  
 auch wenn häufig der Eindruck erweckt wird, jemand sei bestimmte Lebensmittel allergisch ist das nicht exakt

praktisch handelt sich in den meisten Fällen um Reaktionen auf einzelne Lebensmittel-Bestandteile

werden diese aus dem Lebensmittel entfernt oder chemisch verändert, reduziert sich die Wirkung oder sie bleibt vollständig aus

Verbreitung mit deutlich steigenden Raten  
 immer mehr Allergene erkannt

ev. werden es auch immer mehr Stoffe, die zu Allergenen werden können

heute selbst schon Allergien gegen Gemüse bekannt, z.B. Hülsenfrüchte (Soja, Bohnen), Tomaten, diverse Kohl-Arten, Lauch, Spargel, Sellerie, Möhren, Rettich, Kren / Meerrettich, Kartoffeln

z.T. mangelnde Beschäftigung des Immunsystems durch eine sehr saubere / hygienische Lebensweise bedingt

weitere Ursachen können in der Vielzahl chemischer Stoffe in Mikro-Mengen sowie in Kombinations-Effekten (Synergie-Effekte) liegen

die bekanntesten Allergene mit den "zugeordneten" Lebensmittel:

Bezeichnung der Allergie / Erkrankung	Allergen	"zugeordnetes" Lebensmittel	Bemerkungen / Hinweise
Erdnuß-Allergie			
(Kuh-)Milch-Allergie	Kuhmilch-Protein	(Kuh-)Milch und -Produkte	üblicherweise verliert sich die Allergie-Wirkungen, je stärker das Protein durch die Bearbeitung denaturiert ist 20% Anteil an Gesamtallergien
	Fisch-Eiweiß	Fisch	tritt auch bei Genuß von z.B. Hühnerfleisch auf, wenn diese mit Fischmehl gefüttert wurden
Südfrucht- / Zitrusfrucht-Allergie	best. ätherische Öle bzw. deren Bestandteile	Zitrus-Früchte	
	Gliadin (Bestandteil von Kleber (Gluten) aus vielen Getreide-Sorten)	Getreide, vorrangig: Weizen	
Penicillin-Allergie	... aus Schimmelpilzen	Schimmelkäse angeschimmelte Lebensmittel	tritt auch bei diversen anderen Käse-Sorten auf

reagierende Organe sind zu 90% die Haut und die Atmewege

## 3.16. Mikroorganismen (in Lebensmitteln)

dazu gehören:

- Bakterien
- Pilze
- Viren

zu unterscheiden nach Schädlichkeit für den Menschen:

- für Lebensmittelproduktion zugelassene Mikroorganismen
- Gesundheits-schädliche Mikroorganismen

immer ein Mengen-Problem (quantitatives Kriterium)

einzelne Mikroorganismen sind praktisch immer vorhanden (nur Pol-Kappen der Erde relativ Mikroben-frei), wo Menschen sind, lassen sich Mikroben nicht verhindern

größere Mengen bergen immer die Gefahr einer Gesundheits-Gefährdung

direkt oder indirekt

typisch oder speziell (z.B. Allergiker, Kranke mit unvollständig funktionierendem Immun-System)

wobei sachlich gesehen Viren keine Lebewesen / Organismen sind

Lebensbedingungen:

Temperatur (aus praktischen Gründen eingeteilt in:)

- psychrophil: < 20 °C (Opt: 13 °C)
- mesophil: 30 – 40 °C (Opt.: 37 – 39 °C)
- thermophil: 45 – 80 °C (Opt.: 60 °C)
- hyperthermophil: 80 – 120 °C (Opt.: 105 °C)

psychotrope haben Optimum bei 20 °C (Zimmer-Temperatur)

Umgebungsluft

- Sauerstoff notwendig (aerobe Mikroorganismen)
- nur ohne Sauerstoff (anaerobe Mikroorganismen)
- Sauerstoff wird toleriert (fakultativ anaerobe Mikroorganismen, aerotolerante M.)

Wasser

für alle Mikroorganismen für die Aktivität notwendig

*Gesamtwasser = gebundenes \_Wasser – freies \_Wasser*

$a_w$ -Wert dient der Charakterisierung des freien Wassers in Lebensmitteln nur dieses ist für Mikroorganismen praktisch nutzbar und somit eine Lebensbedingung für die Mikroorganismen

reines Wasser hat den  $a_w$ -Wert von 1

absolut Wasser-freies Substrat hat den  $a_w$ -Wert =0

je größer der  $a_w$ -Wert, umso besser sind die Lebensbedingungen für Mikroorganismen und damit die Gefahr von ungewünschter Mikroben-Belastung

Zusatz von Wasser-bindenden Stoffen reduziert die Lebensbedingungen die Mikroorganismen und damit die Gefahr von ungewünschter Mikroben-Belastung



Lebensmittel	$a_w$ -Wert	
Brühwurst	0,96 – 0,98	
Ei-Pulver	0,2 – 0,4	
Fleisch, frisch	0,98 – 0,99	
Hartkäse, gereift	0,8 – 0,92	
Honig	0,4 – 0,6	
Kartoffel-Chips	0,2 – 0,4	
Kochschinken	0,98 – 0,99	
Leberwurst	0,94 – 0,97	
Parmesan	0,6 – 0,75	
Reis	0,4 – 0,6	
Rohschinken	0,86 – 0,96	
Salami	0,86 – 0,96	
Schokolade	0,4 – 0,6	
Trocken-Milch-Pulver	0,2 – 0,4	
Trocken-Obst	0,6 – 0,75	
Weizen-Mehl	0,4 – 0,6	

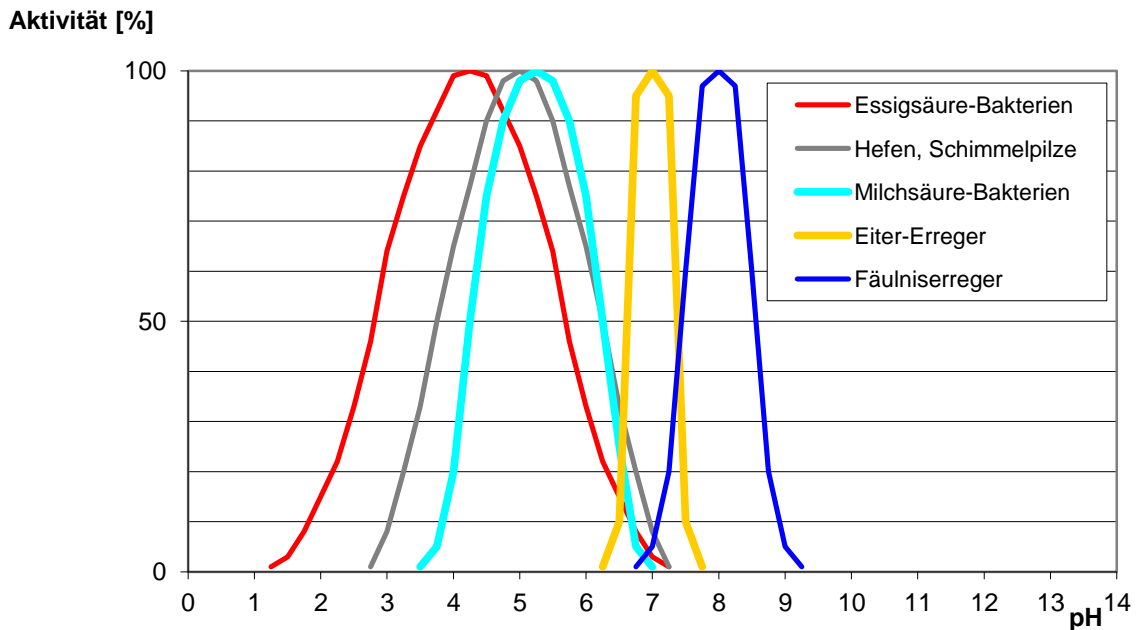
viele Konservierungs-Methoden reduzieren den  $a_w$ -Wert und beeinflussen damit die Haltbarkeit der Lebensmittel zum Positiven  
 Beispiele Zuckern, Salzen, Trocknen, Einfrieren

pH-Wert

die meisten Mikroorganismen lieben es sauer (pH = 1,5 bis 7) oder neutral (pH = 7) oder schwach basisch (pH = 7 bis 8,5)

je basischer die Umgebungsbedingungen, umso weniger Mikroorganismen können überleben

### pH-Toleranz von Mikroorganismen



Bei den wichtigsten Gruppen von Mikroorganismen werden die Gattungsnamen nach dem ersten Buchstaben abgekürzt.

Abk.	Gattungsname	Organismenreich dt. Bezeichnung spezielle taxonomische Gruppen	Beschreibung, Merkmale, ...
<b>A.</b>	Aspergillus	niederer <b>Pilz</b> Gießkannenschimmel	
<b>B.</b>	Bacillus	<b>Bakterien</b>	
<b>C.</b>	Clostridium	<b>Bakterium</b>	
<b>E.</b>	Echerichia	<b>Bakterium</b>	
<b>P.</b>	Penicillum	niederer <b>Pilz</b> Pinselschimmel	
<b>S.</b>	Salmonella	<b>Bakterium</b>	

## 3.16.1. Bakterien

Bakterien bilden mit den Blaualgen ein extra Organismen-Reich. Bakterien und Blaualgen sind immer Einzeller. Sie haben keinen echten Zellkern, dafür aber ein sogenanntes Kernäquivalent. Das genetische Material (DNS) liegt im Prinzip frei als Knäuel im Zellplasma. Viele Bakterien haben ein ringförmig angeordnetes DNS-Gebilde – das Plasmid. Weiterhin sind Bakterien durch fehlende Zellorganellen (z.B. Plastiden (z.B. Chloroplasten)) gekennzeichnet. Trotzdem besitzen einige photosynthetisch aktive Bereiche – aber eben keine abgeschlossenen Gebilde (Chloroplasten). Bakterien und Blaualgen werden zu den Vorzell-Lebewesen (Vorkern-Lebewesen, Prokaryonten, Prokaryoten, Procyten) gezählt.

Mehrzellige Lebewesen, wie z.B. die Pflanzen, Pilze und die Tiere (einschließlich des Menschen), gehören in die Gruppe der echten Zell-Lebewesen (Eucyten) oder echte Kern-Lebewesen (Eukaryonten, Eukaryoten). Sie haben immer einen Zellkern und ev. auch ausgeprägte Plastiden.

Procyten und Eucyten unterscheiden sich auch in anderen Merkmalen (z.B. Ribosomen). Deren Aufzählung und Darstellung würde hier aber zu weit gehen. Weitere Informationen finden Sie dazu im Skript [Cytologie](#).

die verschiedenen Stoffwechsel-Vorgänge sind vielfach im Skript [Stoff- und Energiewechsel](#) beschrieben

### 3.16.1.1. Milchsäure-Bakterien

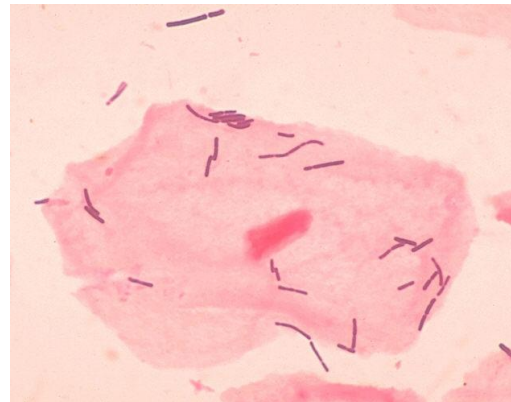
(f) Lactobaccillales , auch: Sauermilchbakterien, Lactobazillen

Bau / Vorkommen:

sehr vielgestaltig gebaut (Stäbchen, Kugeln)

GRAM-positiv (lassen sich mittels GRAM-Färbung anfärben  
→ blau → enthalten Murein in der Zellwand)

Vorkommen ubiquitär (überall), vorrangig auf ihren geliebten Substraten, wie Milch und Milch-Produkten, Pflanzen, auf dem Menschen auch in der weiblichen Scheide (s.a. Abb. rechts) zur Abwehr fremder Bakterien durch ein leicht von Milchsäure angesäuertes Milieu.



Lactobacillus spec. an einer Schleimhaut-Zelle (GRAM-Färbung)

Q: de.wikipedia.org ((Janine CARR)cdc.gov)

Merkmale / Lebensweise:

Energie wird aus Glucose gewonnen, anaerober Abbau zu Milchsäure (homofermentativ) oder zu einem Milchsäure-Essigsäure-Gemisch (heterofermentativ), hängt von der Bakterien-Art ab  
Verteilung der Arten ist z.B. Temperatur-abhängig

über 30 °C entwickeln sich homofermentative Arten besser, es entsteht dann mehr milde Milchsäure

unter 30 °C kommen mehr heterofermentative Milchsäure-Bakterien vor, im Produkt ist dann mehr Essigsäure vorhanden, dies bewirkt einen schärferen, stärker sauren Geschmack  
aerotolerant, wobei fehlender Sauerstoff sich förderlich auf den homofermentativen Stoffwechsel-Weg auswirkt

weiterführende Information zu den eigentlichen Stoffwechsel-Vorgängen (Glycolyse und Milchsäure-Gärungen) findet der Leser im Skript [Stoff- und Energiewechsel](#).

technologische Bedeutung:

bewirken eine Versauerung (pH = 4,5 – 5,5), Säure-empfindliche Bakterien-Arten werden schnell übertrumpft (konservierender Effekt)

Nutzung bei der Brotherstellung im traditionellen Sauerteig, dieser sollte bei Temperaturen über 30 °C gehalten werden (warme Backstube), damit sich vorrangig Milchsäurebakterien entwickeln können

aus Milch lassen sich eine Vielzahl von Produkten über die milchsäurebakterien herstellen  
Joghurt, Dickmilch, Trinksauermilch

aus Gemüse (z.B. Gurken) lassen sich Sauer-Konserven produzieren  
das berühmte (deutsche) Sauerkraut ist ebenfalls ein Produkt vieler Milliarden von Milchsäurebakterien

bewirken aber auch Verderb von Lebensmitteln, z.B. Sauerwerden der Milch  
Keimzahl in Milch bestimmt die EU-Gütestufe der Anlieferungsmilch (in der Molkerei)

### **(s ) *Lactobacillus delbrueckii subspec. bulgaricus***

meist verkürzt auch nur *Lactobacillus bulgaricus* genannt, dies ist eine ältere Bezeichnung

spaltet Lactose in die Bausteine Glucose und Galaktose  
nur die Glucose wird zur Milchsäure abgebaut

Temperatur-Toleranz von 20 – 50 °C, optimal sind 38 – 42 °C

zur Joghurt- und Käse-Produktion verwendet



Lactobacillus delbrueckii subspec.  
bulgaricus (Joghurt-Bakterium)  
Q: de.wikipedia.org (Gengiskanhg)

### **(s ) *Lactobacillus casei***

kommen natürlich im Verdauungstrakt vieler Säugtiere vor, auch in der Scheiden-Flora

Temperatur-Toleranz von 15 – 55 °C, optimal sind 30 °C

für Käse- und Hartkäse-Produktion eingesetzt

zugeschrieben wird bestimmten Kulturen (*defensis* bzw. *SCHIROTA*) eine Immunsystem-stärkende Funktion, vor allem in der Werbung gern vermarktet

Q: de.wikipedia.org ()

führen u.U. zu starker Histamin-Bildung (z.B. in Fisch-Konserven oder Käse)

ab 10 mg Histamin pro 100 g Lebensmittel schwere Symptome (Leib-Schmerzen, Übelkeit, Schwindel, Kopf-Schmerzen) beobachtbar, klingen nach wenigen Stunden ab

### **(s ) *Lactobacillus helveticus***

Temperatur-Toleranz von 15 – 55 °C, optimal sind 35 – 45 °C, homofermentativ, Säure-liebend (acidophil), mikroaerophil (Umgebungs-Luft bzw. Millieu mit wenig Sauerstoff bevorzugt), fermentiert Lactose und Galaktose

mit in Starter-Kulturen für die Herstellung von Käse (ital. und schweizer Raum) z.B.: Mozzarella, Grana padano, Parmesan. daneben auch für fermentative Milch-Getränke (z.B. Kefir), saurer Butter und Produkte

einigen Unterarten wird eine Blutdruck-senkende Funktion nachgesagt; Einsatz in functional food

Q: de.wikipedia.org ()

### **(s ) *Leuconostoc mesenteroides***

sehr verbreitet

heterofermentativ, bildet D-Milchsäure und Ethanol zur Produktion von Sauerkraut verwendet, aber auch in Starter-Kulturen für Bäckereien (→ Sauer-teig) und Molkereien (→ )

Q: de.wikipedia.org ()

## **3.16.1.2. Essigsäure-Bakterien**

Bau / Vorkommen:

namensgebend ist das Stoffwechsel-Endprodukt Essigsäure

ubiquitär

GRAM-negativ (kein Murein in der Zellwand)

zumeist (g ) Acetobacter , aber auch andere Bakterien-Gattungen und –Familien zu Essig-säure-Gärung fähig

Q: de.wikipedia.org ()

Stäbchen, teilweise oder ganz begeißelt (→ beweglich)

Lebensweise / Merkmale:

aerob, leben von Ethanol,

mesophil

pH-Bereich = 5,3 – 6,3

einige Arten können sogar die Essigsäure zu Kohlendioxid und Wasser abbauen

technologische Bedeutung:

Essig-Produktion

Verderb schwach-alkoholischer Getränke (z.B. Wein) → Essig-sauer

Umkippen von eingelegten Gurken, es bildet sich Kahm-Haut an der Oberfläche, solange geschmacklich akzeptabel ist dies kein Problem, Kahmhaut sollte aber abgewaschen werden  
Sauer-Teig sollte frei von Essigsäure-Bakterien sein  
Kahm-Haut auch bei der Bier-Produktion

### **3.16.1.3. Chlostridien**

Q: de.wikipedia.org ()

mesophile und thermophile Arten bekannt, gut beweglich, anaerobe Lebensweise  
Sporen-Bildner, sehr Widerstandfähig gegen höhere Temperaturen, Strahlung, chemische Mittel  
selbst bei einem aW-Wert von 0,15 können die Sporen viele Jahrzehnte überdauern, bei genügend Wasser in der Umgebung werden sie wieder aktiv  
ernähren sich von Eiweiß-haltigen Stoffen, aber auch Kohlenhydrat-haltige Lebensmittel  
viele Spezialisten, die nur spezielle Nährmedien benötigen

#### **(s ) *Chlostridium botulinum***

Sporen-Bildner, Sporen können nach 1 – 2 Tage wieder aktiv werden

in Fleisch-Konserven, bestimmten Gemüse-Konserven (Bohnen, Erbsen), Käse  
verdächtige Konserven fallen durch Ausbeulung auf (Gas-Bildung)

Verhinderung des Befalls durch mindestens zweimalige vorschriftsmäßige Konservierung im Abstand von 1 bis 2 Tagen (optimaler Schutz nach 3 Konservierungs-Durchläufen)

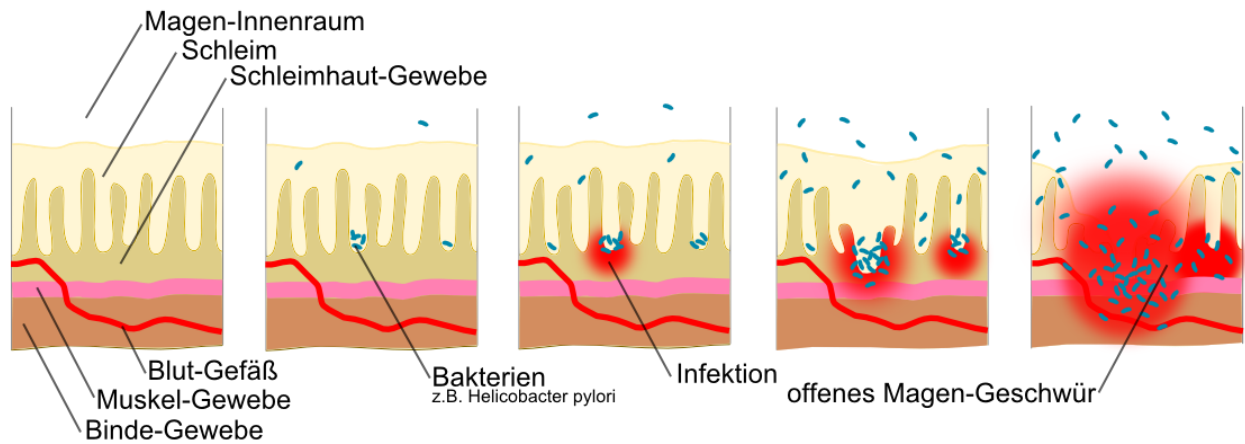
### **3.16.1.x. Darm-Bakterien**

Q: de.wikipedia.org ()

im Allg. aerotolerant, mesophil (optimal ist Körper-Temperatur)

#### **(s ) *Helicobacter pylori***

Q: de.wikipedia.org ()



besonders im Zusammenhang mit Magen-Geschwüren in die Diskussion gekommen

**(s) *Escherichia coli* (Abk. *E.c.*)**

Q: de.wikipedia.org ()

überlebt auch außerhalb des Darm (z.B. Toiletten, Schwimmbäder, Lebensmittel, Trinkwasser...)

Zeichen mangelnder hygienischer Bedingungen (fäkale Verschmutzung)

einfachste Hygiene-Maßnahme: Händewaschen nach dem Toiletten-Gang

**(s) *Samonella enteritidis***

Q: de.wikipedia.org ()

führen ev. zu Brechdurchfällen und hohem Fieber

**(s) *Samonella typhi***

Errger des Unterleibs-Typhus, hochgradig ansteckend, Zeichen schlechter Hygiene

Q: de.wikipedia.org ()

**(s) *Shigella spec.***

Ruhr-Errger

**(s ) *Vibrio cholerae***  
Cholera-Erreger

### **Staphylokokken**

aus eiternden Wunden oder aus Rachen- od. Naschen-Schleim  
bewirken bei höherer Belastung oder höherer Empfindlichkeit (z.B. alte und kranke Personen)  
Brechdurchfälle, normal rasch abklingend

### **weitere Bakterien(-Gruppen)**

**(s ) *Yersinia pestis***

Pest-Erreger, von wilden Nagern (Ratten, Mäusen) über Flöhe auf den Menschen übertragen,  
Weiterinfektion auch von Mensch zu Mensch möglich  
unbehandelt hohe Sterblichkeit  
keine Mittelalter-Krankheit, noch heute aktuell, wenn Nager wegen schlechter hygienischer  
bedingungen Überhand nehmen, dann immer latente Gefahr

**(s ) *Klebsiella pneumoniae***  
Erreger gefährlicher Lungen-Entzündungen



## **3.16.2. (niedere) Pilze**

Q: de.wikipedia.org ()

höhere Pilze (Speisepilze) aus dem Wald usw. sind hier nicht gemeint

Hefen und Schimmel-Pilze (Schleim- und Faden-Pilze)

Hyphe Syncythium Mycel  
Fruchtkörper Sporen

Chitin-verstärkte Zellwand

heterotrophe Lebensweise (Abbau Energie-reicher organischer Stoffe zu Energie-ärmeren Stoffen)

unter normalen Sauerstoff-haltigen Bedingungen (aerob) üblich Abbau bis Cohlendioxid und Wasser oder aber unter Luft-Abschluß (anaerob) Nutzung von Gärungen zum Energie-Gewinn

bilden Aflatoxine (besonders von (s ) *Aspergillus flavus*, ein Pilz der schon auf Ernüssen, Weizen, Mais, Soja, Baumwoll-Samen gefunden wurde)

Leber-schädigend, wirken kanzerogen, Hitze-resistent

Mutterkorn-Pilz (s ) *Claviceps purpurea* führte im Mittelalter vielfach zu Massen-Vergiftungen mit Übelkeit, Kopfschmerz, Krämpfen, Sensibilitäts-Störungen, Gewebe-Zerstörungen auch Hallozinationen (im Mittelalter häufig als Verhexung interpretiert)

## **3.16.3. Viren und Prionen**

Q: de.wikipedia.org ()

! keine Lebewesen und Mikroorganismen im biologischen Sinne  
haben keinen eigenen Stoff- und Energie-Wechsel, stellen Super-Parasiten für Zellen dar  
manipulieren Wirts-Stoff-Wechsel so, dass vorrangig oder nur noch Viren-Bausteine (Hüll-Proteine und genetisches Material (Inhalt)) produziert werden  
meist werden Wirts-Zellen beim Exodus der Viren zerstört

Prionen sind noch kleinere bioaktive Objekte.  
sie sind nur noch Polypeptide

## **3.17. höhere Organismen (in Lebensmitteln)**

vorrangig Lagerschädlinge, Parasiten(-Reste),

selten aber auch für die Produktion eines Lebensmittel notwendig (Laus-Käse)

### **3.17.1. Würmer**

#### **Trichinen**

(s )

#### **Bandwürmer**

(s ) (*Rinderfinnen-Bandwurm*)

(s ) (*Schweine-Bandwurm*)

#### **Spulwürmer**

(s )

### **3.17.2. Spinnen**

#### **Milben**

(s )

### **3.17.3. Insekten**

#### **Urinsekten**

(s )

### **Schaben**

(s )

(s )

### **Flöhe**

(s )

### **Käfer**

(s )

(s )

### **Schmetterlinge**

(s )

### **Fliegen**

(s )

### **3.17.4. Säugetiere**

(s)

### 3.18. funktionelle Lebensmittel

Lebensmittel haben grundsätzlich zwei übergreifende Grundwerte. Zum Einen dienen sie der Stoff- und Energie-Versorgung. Dies betrachten wir als Nährwert eines Lebensmittels. Zum Zweiten gehören sensorische Merkmale und Wirkungen zu einem Lebensmittel. Hier sprechen wir vom Genusswert.

Moderne Lebensmittel werden zu verschiedenen Zwecken mit zusätzlichen Stoffen versehen. Dabei spielen neben sensorischen und trophologischen Gründe auch viele technologische Aspekte eine Rolle. Neuerdings setzt man nun auch Stoffe dazu, von denen der Verbraucher annimmt, dass diese auf seine Gesundheit bzw. Ernährung einen positiven Effekt haben. Hier haben langjährig gehegte Werbebotschaften genau so eine Wirkung, wie Negativmeldungen in der Presse. Aber auch fachlich korrekte Aussagen werden eingesetzt. Bei diesen kommt es aber häufig zu oberflächlichen Darstellungen oder irreführenden Einsätzen.

Der Verbraucher erhält mit den funktionellen Lebensmitteln solche, denen z.B. die folgenden Stoffe bzw. Stoff-Gruppen zugesetzt werden.

- Mineralstoff-angereichert
- Vitamin-angereichert
- Ballaststoff-angereichert
- Energie-reduziert (Kalorien-reduziert)
- Pro-, Pre- und symbiotische Lebensmittel
- Omega-3-Fettsäuren-angereichert
- angereichert mit "sekundären Pflanzen(-inhalts)-Stoffen" (Stoffe des Tertiär-Stoffwechsels von Pflanzen)
  - Carotinoide
  - Glucosinolate
  - Polyphenole
  - Sulfide
  - Phytosterine
  - Flavonoide

Meist erfolgt dies einzeln oder in ganz kleinen Kombinationen.

## **4. Hygiene**

### **4.1. persönliche Hygiene**

### **4.2. Lebensmittel-Hygiene**

### **4.3. Betriebs-Hygiene**

### **4.4. Umwelt-Hygiene**

Abfallvermeidung  
Nachhaltigkeit  
Energie-schonendes Arbeiten

# 5. Energie und gesunde Ernährung

Stoff und Energie sind in unserer Ernährung nicht zu trennen. Jeder Stoff besitzt eine bestimmte Menge Energie (innere Energie). Organische Stoffe (z.B. Kohlenhydrate, Eiweiße, Fette, Alkaloide, Wachse, ...) besitzen im Allgemeinen eine große Menge Energie. Aber nur von wenigen organischen Stoffen (Kohlenhydrate, Eiweiße, Fette) können Lebewesen – und hier meinen wir vorrangig erst einmal den Menschen – die Energie wirklich nutzen. Deshalb haben wir sie auch den sogenannten Nährstoffen zugeordnet. Sie haben physiologisch verwertbare Energieinhalte. Für anorganische Stoffe (z.B. Wasser, Kohlendioxid) stellt man eher kleinere innere Energiemengen fest.

Im Bereich Ernährung ist jede Energieaufnahme auch mit der Aufnahme von Stoffen gekoppelt. Wir nehmen zwar auch Energie - hauptsächlich über die Haut - auf, aber dies hat nichts mit einer Ernährung zu tun.

Heute wissen die Wissenschaftler, dass Licht in vielen körperlichen Prozessen eine wichtige Rolle spielt. Wir erinnern uns z.B. an die Abhängigkeit der Vitamin D-Verfügbarkeit vom UV-Licht. Aber auch bestimmte Entwicklungsabschnitte sind vom Licht gesteuert. Dabei spielen Lichtfarben (Hellrot/Dunkelrot-System) und auch Lichtrhythmen (Tages-, Monats- und Jahresrhythmen) eine Rolle.

## 5.1. Energiehaushalt

Energie

Arbeitsvermögen, gespeicherte Arbeit, Fähigkeit eines Körpers Arbeit zu leisten (elektr. E., Wärmeenergie, inner E., chem. E., Atomenergie, ...)

Einheit: J (JOULE, sprich: dschuhl)

alte Einheiten: cal (CALORIE), W (WATT)

1 J = 4,1868 cal

1 cal = 0,23885 J

1000 J = 1 kJ (Kilo JOULE)

(Gesamt-)Energiebedarf (GEB)

ist die Energiemenge, die zugeführt werden muß, um Energieverluste durch Lebensvorgänge auszugleichen

### Energiebedarf in kJ/d

Geschlecht	Alter	Arbeitstyp			
		leicht	mittelschwer	schwer	sehr schwer
weiblich	19 - 35	9'000	9'800	10'400	10'800
	36 - 50	8'500	8'970	9'570	9'970
	51 - 65	7'500	8'130	8'730	9'130
	über 65	7'300	7'710	8'310	8'710
männlich	19 - 35	11'000	11'480	12'080	12'480
	36 - 50	10'000	10'640	11'240	11'640
	51 - 65	9'000	9'800	10'400	10'800
	über 65	8'100	8'550	9'150	9'550

abhängig von:

- Geschlecht
- Alter
- Gewicht / Größe
- Arbeit / Bewegung
- Umweltbedingungen (Temperatur, ...)
- Nahrungsausnutzungstyp
- ...



## Grundumsatz (GU) / Ruheumsatz (RU)

Energiemenge, die ein Mensch benötigt um seine Körperfunktionen normal aufrecht zu erhalten.

REE (resting energy expenditure)

ermittelt bei / im:  
unbekleideten Zustand  
völliger Ruhe (liegend)  
12 h nach der letzten Nahrungs-Aufnahme  
Raum-Temperatur (20 – 28 °C)

beeinflusst von:

• Alter	bei älteren Menschen geringer (Verlangsamung der Stoffwechsel-Vorgänge)
• Geschlecht	bei Männer rund 8 % höher (mehr Muskel-Masse; Frauen haben mehr Fett-Gewebe)
• Körper-Proportionen / Körper-Maße	steigt mit Größe und Masse
• Hormonen	Schilddrüsen-Hormone steigern GU (Schilddrüsen-Überfunktion); Frauen: während Mestruation und Schwangerschaft erhöht
• Klima	bei niedrigeren Umgebungs-Temperaturen erhöht (bis 5 %) bei Temperaturen über 30 °C steigt GU pro grad um 0,5 %
• Gesundheits-Zustand	bei viralen / fiebrigen Erkrankungen erhöht
• genetische Disposition	bei bestimmten genetisch-bedingten Stoffwechsel-Erkrankungen / -Veränderungen i.A. erhöht

beinhaltet auch Thermogenese; ist die Energie-menge, die für den Transport, die Umwandlung und Speicherung von Nährstoffen benötigt wird (muss von der Gesamt-Energie-Zufuhr abgezogen werden)

bei einer Mischkost macht die Thermogenese zwischen 10 und 12 % der Gesamt-Energie-Zufuhr aus

Richtwert für den GU

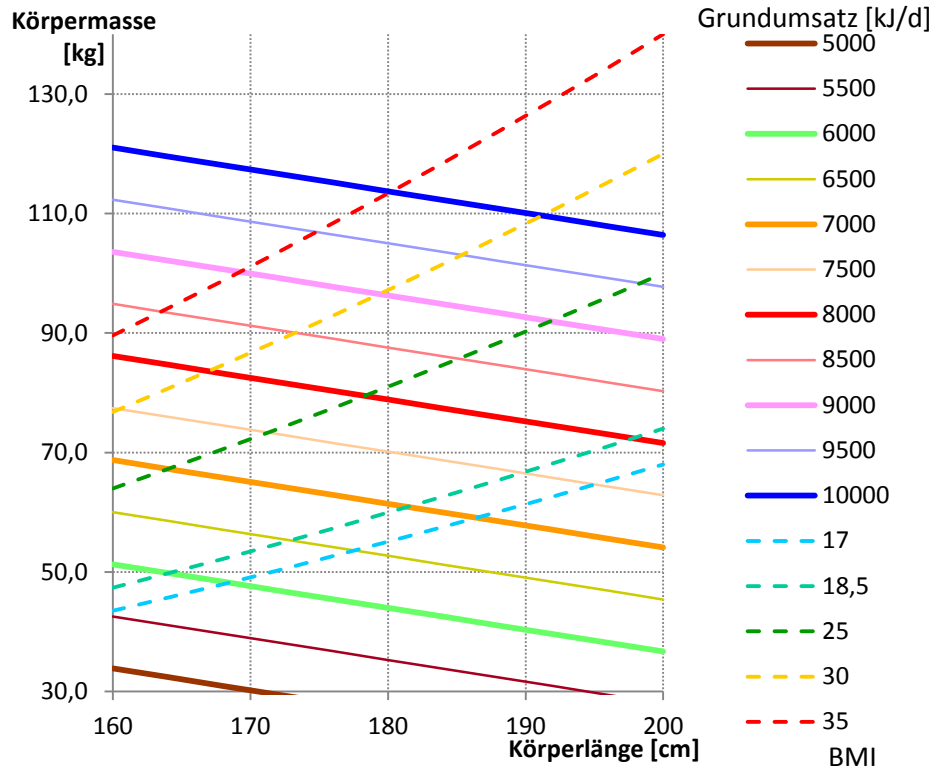
nach HARRIS und BENEDICT (1918 od. 1919):

$$GU[\text{♀}] = (2'742,35 + 40,19 \frac{1}{kg} m + 7,54 \frac{1}{cm} l - 19,68 \frac{1}{a} t) \frac{kJ}{d}$$

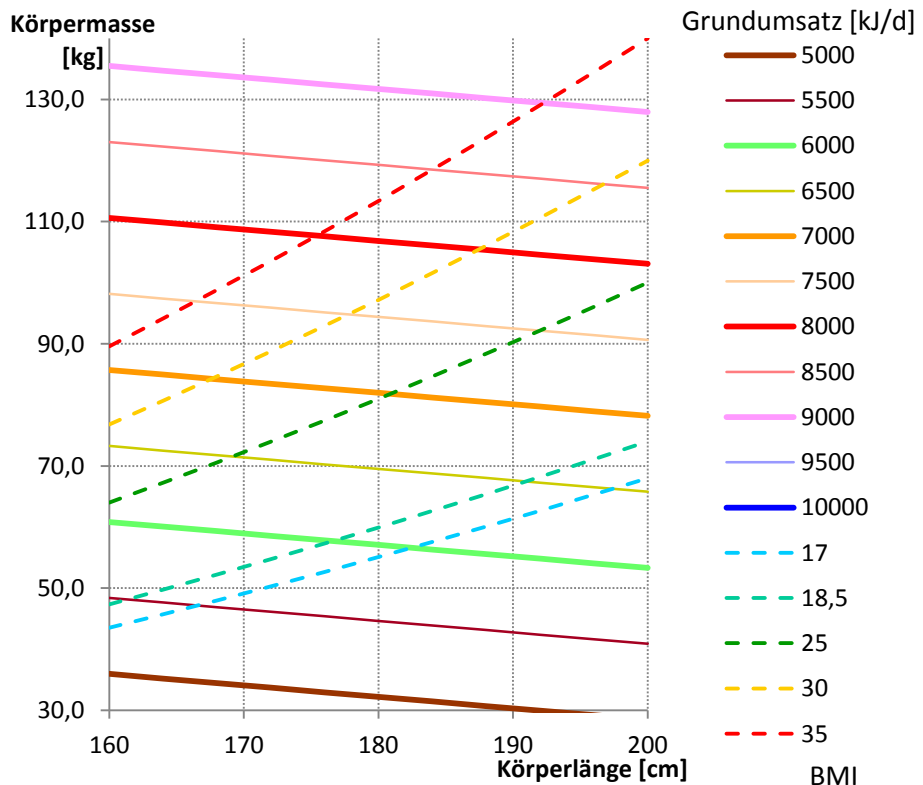
m .. Körpermasse [kg]  
l .. Körperlänge [cm]  
t .. Lebensalter [a]

$$GU[\text{♂}] = (278,42 + 57,36 \frac{1}{kg} m + 20,93 \frac{1}{cm} l - 28,47 \frac{1}{a} t) \frac{kJ}{d}$$

BMI-Klassen wurde nach der WHO-Klassifizierung ausgewählt. Dabei gilt ein BMI zwischen 18,5 und 25 als optimal. Werte darunter weisen auf ein Untergewicht hin. Mit einem BMI von 25 bis 30 gilt eine Person als übergewichtig und mit einem Wert über 35 als Fett-leibig (adipös).



Ermittlung des optimalen Grundumsatzes (nach HARRIS u. BENEDICT) und des BMI für eine 20jährige männliche Person



Ermittlung des optimalen Grundumsatzes (nach HARRIS u. BENEDICT) und des BMI für eine 20jährige weibliche Person

### Aufgaben:

1. Bestimmen Sie aus dem passenden Diagramm Ihren eigenen BMI-Wert!
2. Bewerten Sie Ihren BMI-Wert (für sich selbst)!
3. Ermitteln Sie den optimalen Grundumsatz entweder aus den Diagrammen oder durch direkte Berechnung!
4. Ermitteln Sie mit Hilfe der Diagramme den optimalen Grundumsatz für männliche Personen mit den folgenden Körper-Proportionen:  
a) 1,7 m; 91 kg      b) 59 kg; 163 cm      c) 1,75 m; 80 kg
5. Eine 20-jährige weibliche Person mit einer Körpergröße von 1,7 m hat einen BMI von 21. Welchen ungefähren Grundumsatz hat diese Person wahrscheinlich? Erläutern Sie Ihr Vorgehen bei der Ermittlung des Wertes!
6. Geben Sie für eine weibliche Person mit 1,65 m Körpergröße den optimalen Grundumsatz an!
7. Eine männliche Person hat über einen langen Zeitraum einen Grundumsatz von 9500 kJ/d und eine Körpermasse von 105 kg. Welche Körpermasse müsste diese Person anstreben, damit sie einen BMI von 25 erreicht? Um wieviel Prozent müsste die Person ihre täglich aufgenommene Energie-Menge (des Grundumsatzes) reduzieren, damit das Ziel erreicht (und gehalten) wird?

### BROCA-Index-Anpassung

beachtet bei der Bemessung des optimalen Körpergewichts die verschiedenen Anteile Körperfett

Formeln nach HARRIS und BENEDICT plus BROCA:

$$GU[\text{♀}] = \left(-272,14 + 10,05 \frac{1}{\text{kg}} m + 37,68 \frac{1}{\text{cm}} l - 19,68 \frac{1}{\text{a}} t\right) \frac{\text{kJ}}{\text{d}}$$

$$GU[\text{♂}] = \left(-4'023,55 + 14,24 \frac{1}{\text{kg}} m + 64,06 \frac{1}{\text{cm}} l - 28,47 \frac{1}{\text{a}} t\right) \frac{\text{kJ}}{\text{d}}$$

moderne Berechnung des Grundumsatzes nach MIFFLIN u. ST.JEOR (1990):

soll 5% genauer sein; beachtet die Veränderungen des Lebensstils in den letzten 100 Jahre

nach MIFFLIN und ST.JEOR (1990):

$$GU[\text{♀}] = \left(-674,08 + 41,87 \frac{1}{\text{kg}} m + 26,17 \frac{1}{\text{cm}} l - 20,93 \frac{1}{\text{a}} t\right) \frac{\text{kJ}}{\text{d}}$$

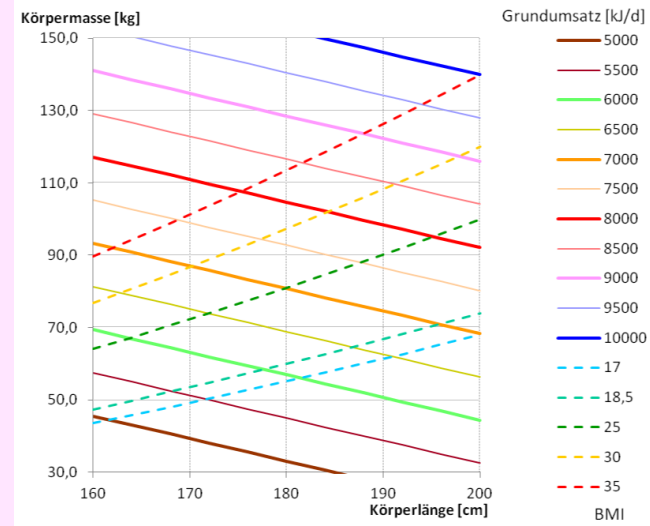
$$GU[\text{♂}] = \left(20,93 + 41,87 \frac{1}{\text{kg}} m + 26,17 \frac{1}{\text{cm}} l - 20,93 \frac{1}{\text{a}} t\right) \frac{\text{kJ}}{\text{d}}$$

die für die Praxis ausreichend genaue schnelle Berechnungsformeln lauten:

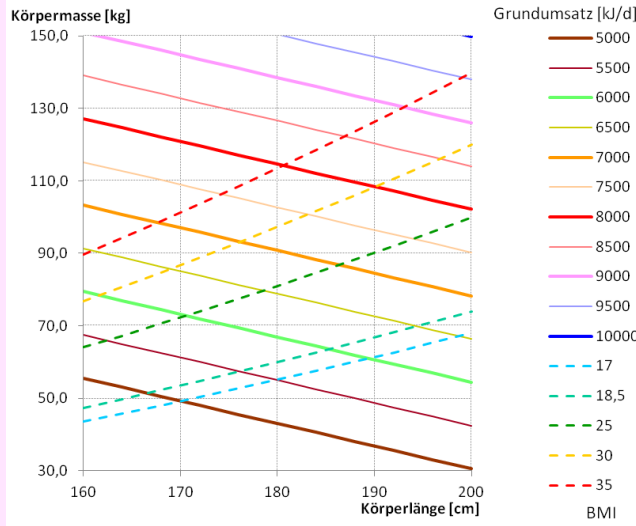
$$GU[\text{♀}] = m \cdot 90 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{d}} \quad GU[\text{♀}] = GU[\text{♂}] \cdot 0,9$$

$$GU[\text{♂}] = m \cdot 100 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{d}}$$

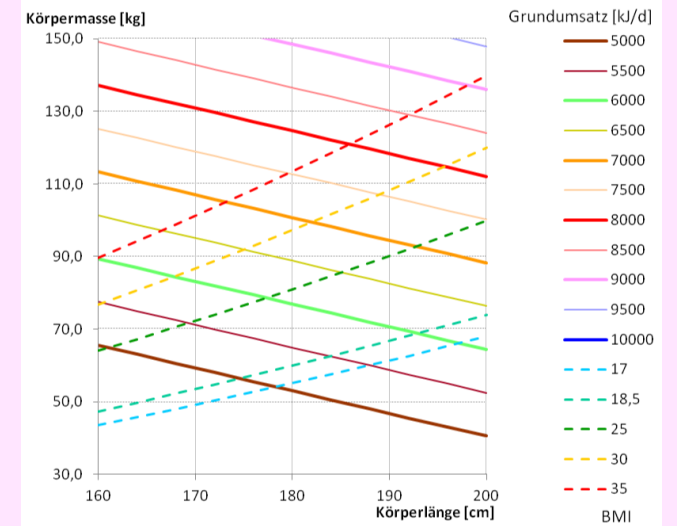
## Grundumsatz nach MIFFLIN und ST.JEOR:



Alter 20 a

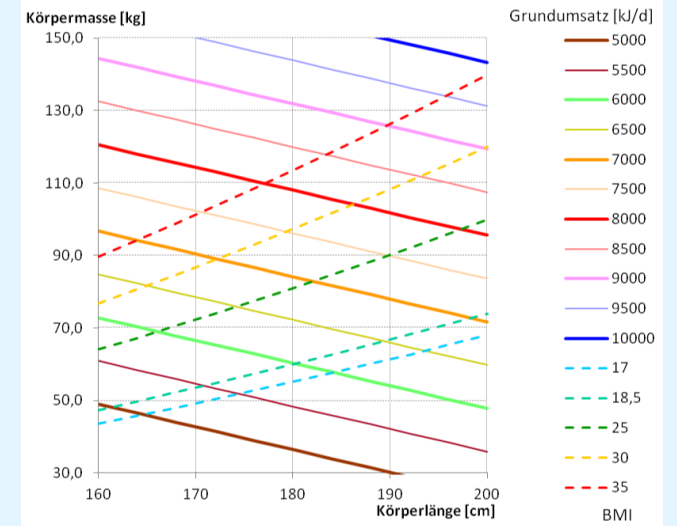
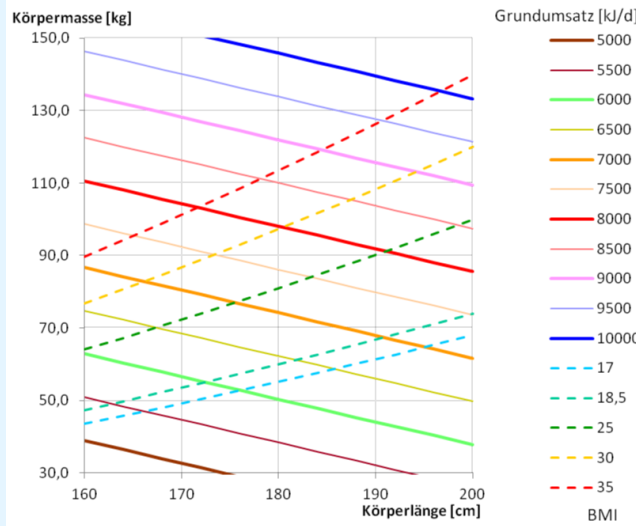
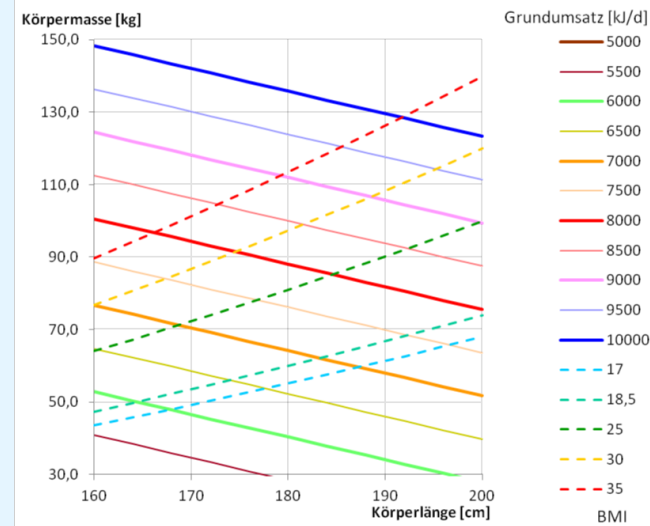


Alter 40 a



Alter 60 a

## für Männer:



### **PAL-Wert**

Physical Activity Level (dt.: Körper-Aktivität-Pegel; Aktivitäts-Faktor)

Faktor, der in Abhängigkeit von Bewegungs- / Tätigkeits- / Aktivität- / Arbeits-Umfang den Grundumsatz korrigiert

<b>Arbeits-Umfang Aktivität, Bewegung, Tätigkeiten</b>	<b>typische Gruppen</b>	<b>Energie- Umsatz [kJ / h]</b>	<b>PAL-Wert</b>	
sitzende und liegende Lebensweise schlafen	alte, gebrechliche Personen	<b>250 – 350</b>	<b>1,2</b>	
sitzende und liegende (Arbeits-)Tätigkeit + kaum anstrengende Freizeit-Gestaltung (z.B. Fernsehen) bügeln, backen, kochen (im Haushalt), einkaufen	Büro-Angestellte Feinmechaniker	<b>600 – 1'400</b>	<b>1,4 – 1,5</b>	
sitzende und liegende (Arbeits-)Tätigkeit + kaum anstrengende Freizeit-Gestaltung (z.B. Spazieren, Fahradfahren) tanzen, Haushalt reini- gen	Laboranten Krautfahrer	<b>1'500 – 2'000</b>	<b>1,6 – 1,7</b>	
stehende und gehende (Arbeits-)Tätigkeit Ballspiel, schwimmen, gärtnern	Kellner Verkäufer	<b>2'000 – 2'500</b>	<b>1,8 – 1,9</b>	
körperlich anstrengende (Arbeits-)Tätigkeit laufen, klettern, Skilau- fen, Leistungssport	Bauarbeiter Landwirte	<b>2'500 – ...</b>	<b>2,0 – 2,4</b>	
<b>zusätzlich:</b> für sportliche Betätigung in der Freizeit (auch ak- tive Erholung, mehrtä- gig pro Woche)		<b>2'000 – 3'000</b>	<b>+ max. 0,3</b>	

### **Arbeitsumsatz (AU)**

ist die Energiemenge, die ein Mensch zur Erfüllung seiner Arbeitsanforderungen benötigt.

ist die Energiemenge, die ein Mensch für das Arbeiten benötigt.

### **Freizeitumsatz (FU)**

ist die Energiemenge, die ein Mensch zur Erfüllung seiner Freizeitanforderungen benötigt.

ist die Energiemenge, die ein Mensch für seine Freizeitgestaltung benötigt.

$$\begin{aligned}LU &= AU + FU \\GEB &= GU + LU = GU + AU + FU\end{aligned}$$

### **Energiebilanz (EB od. $\Delta E$ )**

ist die Energiemenge die sich als Differenz zwischen Energiezufuhr und Energiebedarf

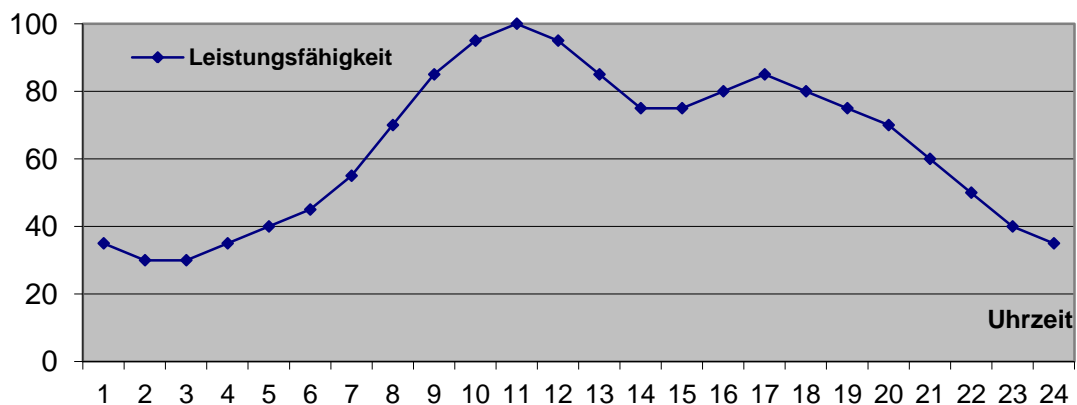
$$EB = E_{\text{Zufuhr}} - E_{\text{Bedarf}} = E_{\text{Zufuhr}} - GEB$$

### **Leistungsumsatz (LU)**

ist die Energiemenge, die ein Mensch zur Erfüllung von bestimmten Aufgaben über den Grundumsatz hinaus benötigt.

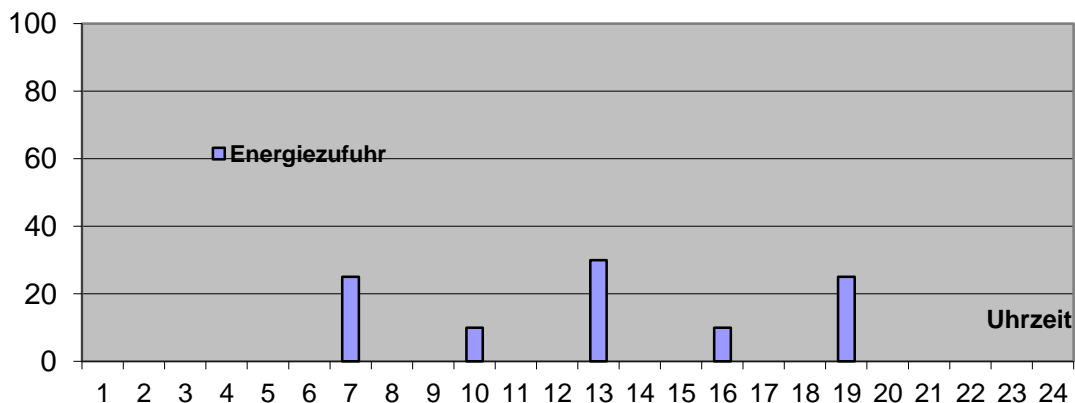
Energiebedarf ist im Tagesverlauf unterschiedlich

### Leistungsfähig im Tagesverlauf



Von DGE und aid werden täglich fünf Mahlzeiten empfohlen. Diese sollten entsprechend dem nächsten Schema verteilt sein. Der pro Mahlzeit zugeführte Energie-Anteil an der täglichen Gesamtenergiezufuhr ist ebenfalls in das Diagramm eingegangen.

### Empfehlung für Energiezufuhren (Mahlzeiten)



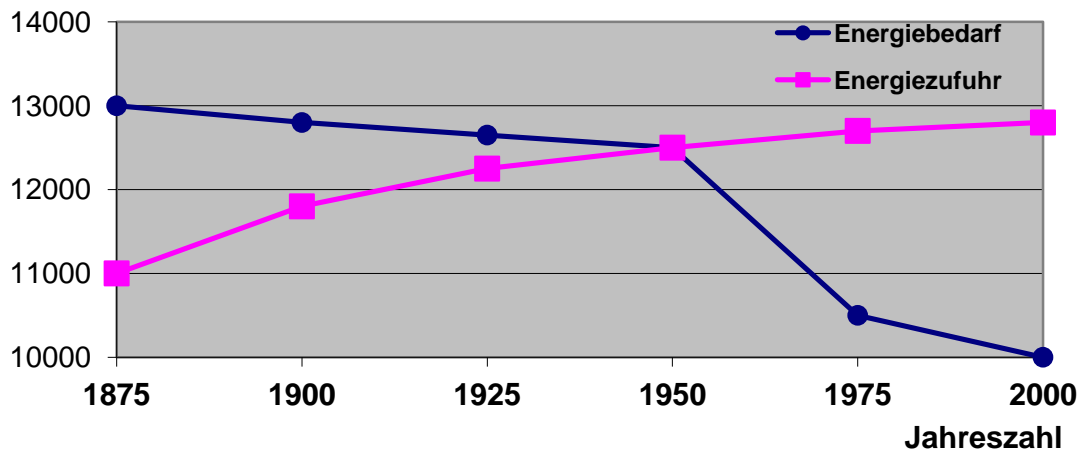
### Aufgaben:

1. Erläutern Sie die Kurve für die Leistungsfähigkeit im Tagesverlauf!
2. Welche Empfehlungen für die Einteilung Tages (für Arbeit, Freizeit, usw.) kann man aus diesem Diagramm ableiten?
3. Setzen Sie das Diagramm zu den empfohlenen Energiezufuhren mit dem Diagramm zum Tagesverlauf der Leistungsfähigkeit in Beziehung!



## Entwicklung der Energiebilanz in den letzten 125 Jahren

### Energie in kJ



### Aufgaben:

1. Beschreiben Sie die Entwicklung von Energiebedarf und Energiezufuhr in den letzten 125 Jahren! Geben Sie eine mögliche Erklärung für die Tendenz an!
2. Berechnen Sie die Energiebilanz für die eingetragenen Jahreszahlen!
3. Beschreiben und erklären Sie die Veränderungen der Energiebilanz in den letzten 125 Jahren!

## 5.2. Arbeiten mit Lebensmitteltabellen

allgemein gilt:

die Angaben beziehen sich auf 100 g des genannten Lebensmittels

sind Mengen bestimmter Stoffe nur in Spuren vorhanden, dann werden sie in Berechnungen als Null (0) benutzt

die vorgeschriebene Einheit für die Energie ist J (JOULE), die Einheit cal (CALORIE) ist abgelöst und darf eigentlich nicht mehr verwendet werden

da aber viele Tabellen noch mit den alten Werten arbeiten ist hier besondere Achtung zu geben, am Ende (oder zwischendurch) müssen die Werte in die gültige Einheit umgerechnet werden ( $1 \text{ cal} = 4,1868 \text{ J}$  bzw.  $1 \text{ kcal} = 4,1868 \text{ kJ} \rightarrow 1 \text{ cal} \approx 4,2 \text{ J}$  bzw.  $1 \text{ kcal} \approx 4,2 \text{ kJ}$ )

u.a. wegen der Zahlen-mäßigen Vergrößerung (Vervierfachung) sind die Werte in Joule eher unbeliebt

in den nachfolgenden Kalkulationen gilt folgende Farb-Kennung für die einzelnen Felder:

Hinter-Grund-Farbe	Bedeutung	Hinweise zum Arbeiten	Hinweise zum Arbeiten in Kalkulations-Programmen (z.B. EXCEL oder CALC)
	Eingaben	hier werden die passenden Werte eingegeben bzw. angepasst	hier darf geändert werden
	Beschriftung der Eingaben (ev. mit Einheit in eckigen Klammern)		
	Berechnung; Zwischen-Ergebnis	Zwischen-Ergebnisse ergeben sich aus den Vorgaben (Eingaben und Konstanten)	nur dann zu ändern, wenn sich die Rechenwege ändern (z.B. bei zusätzlichen Umrechnungen oder Berechnungen)
	Beschriftung zu Berechnungen und Zwischen-Ergebnissen		
	Ergebnis	Ergebnisse ergeben sich aus den Vorgaben (Eingaben und Konstanten) oder Zwischen-Ergebnissen	hier sollte niemals geändert werden
	Beschriftung des Ergebnisses (ev. mit Einheit in eckigen Klammern)		
	Konstante; Tabellen-Werte	feste Konstanten oder Tabellen-Werte, die u.U. angepasst werden müssen	die Werte müssen entsprechend angepasst werden; einige Konstanten – wie z.B. Umrechnungsfaktoren – sind unveränderlich!
	Beschriftung zu Konstanten und Tabellen-Werten (ev. mit Einheit in eckigen Klammern)		
	einfache Zwischen-Rechnungen oder andersartig genutzte Zellen		hier muss individuelle entscheiden werden, ob Manipulationen zulässig sind



Masse m [g]	Lebensmittel (LM)	Massenanteil Kohlenhydrate M[KH] [g/100g [LM]]	Masse Kohlenhydrate m[KH] [g]
90	Brötchen		
10	Margarine		
30	Marmelade		
<b>130</b>	<b>Summe(n)</b>		

Masse m [g]	Lebensmittel (LM)	Massenanteil Kohlenhydrate M[KH] [g/100g [LM]]	Masse Kohlenhydrate m[KH] [g]
90	Brötchen	55	
10	Margarine	0,5	
30	Marmelade	63	
<b>130</b>	<b>Summe(n)</b>		

Masse m [g]	Lebensmittel (LM)	Massenanteil Kohlenhydrate M[KH] [g/100g [LM]]	Masse Kohlenhydrate m[KH] [g]
90	Brötchen	55	49,50
10	Margarine	0,5	0,05
30	Marmelade	63	18,90
<b>130</b>	<b>Summe(n)</b>		<b>68,45</b>

Masse m [g]	Lebensmittel (LM)	Massenanteil Kohlenhydrate M[KH] [g/100g [LM]]	Masse Kohlenhydrate m[KH] [g]	Massenanteil Fette M[Ft] [g/100g [LM]]	Masse Fette m[Ft] [g]	Massenanteil Eiweiße M[Eiw] [g/100g [LM]]	Masse Eiweiße m[Eiw] [g]
90	Brötchen	55	49,50	2	1,80	10	9,00
10	Margarine	0,5	0,05	80	8,00	0,5	0,05
30	Marmelade	63	18,90	0,5	0,15	0,5	0,15
<b>130</b>	<b>Summe(n)</b>		<b>68,45</b>		<b>9,95</b>		<b>9,20</b>

Masse m [g]	Lebensmittel (LM)	Massenanteil Kohlenhydrate M[KH] [g/100g [LM]]	Masse Kohlenhydrate m[KH] [g]	Massenanteil Fette M[Ft] [g/100g [LM]]	Masse Fette m[Ft] [g]	Massenanteil Eiweiße M[Eiw] [g/100g [LM]]	Masse Eiweiße m[Eiw] [g]	Energie-Inhalt EI [kJ/100g [LM]]	Gesamt- Energie (-Inhalt) E [kJ]
90	Brötchen	55	49,50	2	1,80	10	9,00	1150	1035
10	Margarine	0,5	0,05	80	8,00	0,5	0,05	2980	298
30	Marmelade	63	18,90	0,5	0,15	0,5	0,15	1090	327
<b>130</b>	<b>Summe(n)</b>		<b>68,45</b>		<b>9,95</b>		<b>9,20</b>		<b>1660</b>

m [g] bzw. V [ml]	Lebensmittel (LM)	Kohlenhydrate (KH)		Fette (Ft)		Eiweiße (Eiw)		Energie	
		$m_A$ bzw. $V_A$ [g/100g [LM]] bzw. [g/100ml [LM]]	m [g]	$m_A$ bzw. $V_A$ [g/100g [LM]] bzw. [g/100ml [LM]]	m [g]	$m_A$ bzw. $V_A$ [g/100g [LM]] bzw. [g/100ml [LM]]	m [g]	Inhalt EI [kJ/100g [LM]]	Energie E [kJ]
90	Brötchen	55	49,50	2	1,80	10	9,00	1150	1035
10	Margarine	0,5	0,05	80	8,00	0,5	0,05	2980	298
30	Marmelade	63	18,90	0,5	0,15	0,5	0,15	1090	327
<b>130</b>	<b>Summe(n)</b>		<b>68,45</b>		<b>9,95</b>		<b>9,20</b>		<b>1660</b>



# 6. Tabellen, Formeln und Übersichten

## Inhaltsstoffe und Energiewert von Lebensmitteln

(Werte beziehen sich auf 100g)

Lebensmittel	Wasser [%]	Fette [g]	Eiweiße [g]	Kohlen- hydrate [g]	Energie [kJ]	sonstiges
Apfel		+	+	12	210	
Butter		83	1	1	3249	
Bierschinken		18	14	1	920	
Blumenkohl		+	1	3	85	
Bonbons		+	1	96	1700	
Brause		0	0	3	65	
Brathähnchen / Broi- ler		4	15	+	460	
Brötchen (Weizen)		1	7	54	1100	
Cola		0	0	10	170	
Ei	74	11	13	1	699	Ca
Gemüsepaprika		+	1	4	85	
Johannesbeere (schwarz)		+	1	11	210	
Kartoffeln		+	2	19	364	
Käse (Tollenser)		22	26	3,6	1300	
Keks		11	15	70	1900	
Marmelade		0	1	59	1072	
Mischbrot		1	7	52	1055	
Möhren		+	1	5	110	
Obstkuchen		4	2	48	710	
Orange		+	1	9	170	
Pfannkuchen		15	4	48	1500	
Pflanzenfett	0	100	+	+	3881	Vit B <sub>x</sub> , D, E
Schnitzel (Schwein)		8	21	+	703	
Schokolade (Voll- milch)		33	9	55	2300	
Speisequark (mager)		2	11	5,8	380	
Speiseeis		3	4	20	540	
Teewurst		44	12	+	1900	



Vollkornbrot		1	7	46	1000	
Vollmilch (Rind)		3,5	3,3	5	276	Ca,
Weizenmehl (Type 405)		1	11	74	1541	
Zitrone		+	1	4	85	
Zwiebeln		+	1	8	170	

zusätzliche Zeichen: - ... absolut nicht

+ ... in Spuren

### Mineralstoffgehalt einiger Lebensmittel in mg

(bezogen auf 100g verzehrbaren Anteil)

Lebensmittel	Na- trium	Kalium	Cal- cium	Phos- phor	Magne- sium	Eisen	Fluor
Trinkmilch 3,5%	48	157	120	92	12	0,1	0,02
Edamer, 30% i.Tr.	800	95	800	570	59	0,6	-
Quark,40% i.Tr.	29	106	68	-	-	0,3	-
Gesamtei	135	138	54	205	13	2,3	0,12
Butter	-	-	-	-	-	-	-
Margarine	76	7	10	10	13	+	-
Heringsfilet	120	315	35	250	-	1,1	-
Hummer	270	220	61	234	22	1,0	-
Brathuhn	83	359	12	200	-	1,8	-
Roastbeef	74	335	12	157	23	2,5	-
Schweinefilet	74	348	12	234	22	3,0	-
Roggenvollkornbrot	424	291	56	362	83	4,0	-
Weizenvollkornbrot	430	210	95	265	-	2,0	-
Blumenkohl,roh	16	311	22	72	7	1,1	0,01
Spinat, roh	54	470	93	51	58	3,1	0,1
Apfel, geschält, roh	2	127	7	11	6	0,4	0,01
Kakao, stark entölt	60	1500	190	740	500	12,0	0,1
Bier, Pils	4	50	20	30	-	0,1	0,02
Rotwein (11 Vol.-%)	1	120	10	15	12	0,5	0,02
Colage-tränk	6	1	4	14	-	-	-

# 7. weitere Experimente und Versuche

## 7.1. weitere Experimente zu und mit Fetten

*Grundlagen / Prinzipien:*

*Materialien / Geräte:*

*Durchführung / Ablauf:*

-

*Zusatzuntersuchung:*

-

*Hinweise:*

-

## ***7.2. weitere Experimente zu und mit Kohlenhydraten***

### **Nachweis der optischen Eigenschaften mit dem Refraktometer / Polarimeter**

#### ***Grundlagen / Prinzipien:***

Das Polarimeter besteht aus zwei Polarisationsfiltern und einem dazwischen liegenden Probenraum. Durch die Polarisationsfilter wird nur das Licht einer bestimmten Schwingungsebene durchgelassen. Der erste Filter polarisiert z.B. waagrecht. Wenn die Substanz optisch aktiv ist werden diese waagerechten Lichtschwingungen in einem charakteristischen Winkel abgelenkt. Um dieses abgelenkte Licht zu erkennen, wird der zweite Polarisationsfilter solange gedreht bis seine Durchlaßrichtung mit der Ebene des abgelenkten Lichtes übereinstimmt. Der Winkel um den der zweite Filter gedreht wurde, entspricht der optischen Aktivität.

#### ***Materialien / Geräte:***

Polarimeter; Probelösung, eventuell Lichtquelle

#### ***Durchführung / Ablauf:***

- richtet sich nach dem Gerät
- Messung mindestens 5 mal wiederholen und aus den Meßwerten den Mittelwert bilden

### **Unterscheidung von Kunsthonig und sterilisierten Importhonig sowie natürlichem Honig**

#### ***Grundlagen / Prinzipien:***

Echter Honig enthält neben Zucker auch Eiweißanteile und charakteristische Pollenkörner. Diese können sehr gut zur Erkennung von Bienenhonig dienen. Weiterhin lassen sich Reinheit und Art der Nahrungsquelle der Bienen beurteilen.

In natürlichem Honig kommt das Stärke-spaltende Enzym Diastase vor. Nach einer termischen Sterilisation ist das Enzym funktionsunfähig.

Deutscher Imkerhonig darf nicht sterilisiert werden. Dies ist auch nicht notwendig, da der hohe Zuckeranteil jedwedem Leben verhindert.

#### ***Materialien / Geräte:***

Wärmepatte; Proben (z.B. verschiedene Honigsorten, Kunsthonig); Tüpfelplatte; LUGOLSche Lösung (Iod-Kaliumiodid-Lösung); Mikroskop mit Zubehör

#### ***Durchführung / Ablauf:***

- Honigproben unter dem Mikroskop auf Fremdkörper untersuchen (zum Probennehmen eignet sich am Besten flüssiger, länger gestandener Honig (Pollen setzen sich oben ab); Probe von der Oberfläche ziehen)
- 2 ml Honig (Probe) mit 4 ml Wasser verdünnen und mit 1 ml der Stärke-Lösung mischen
- Tüpfelplatte bei ungefähr 35 – 45 °C temperieren
- auf der Tüpfelplatte 7 Löcher mit einigen Tropfen des Gemisches belegen
- sofort und dann alle 10 min mit LUGOLSche Lösung auf Stärke prüfen

#### ***Zusatzuntersuchung:***

- zur Identifizierung der Pollen und zum Vergleich kann das folgende Buch genutzt werden: GASSNER, Gustav (; BOTHE, Friedrich): Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Lebensmittel (Fischer Verl. Jena)

## Erhitzen von Zucker bzw. Kohlenhydraten

### **Materialien / Geräte:**

Probe (Haushaltszucker od. auch andere Kohlenhydrate); Reagenzglas; Brenner; Cobaltchlorid-Papier

### **Durchführung / Ablauf:**

- Spatelspitze der Probe in Reagenzglas (RG) füllen; über die Öffnung des RG einen Streifen Cobaltchlorid-Papier hängen (kann auch später eingehängt werden)
- kräftig erhitzen

## Reaktion von Zucker bzw. Kohlenhydraten mit konzentrierter Schwefelsäure

### **Materialien / Geräte:**

Probe (Haushaltszucker od. auch andere Kohlenhydrate (auch Baumwolle; Stoffreste; Watte; ...)); Tüpfelplatte, konzentrierte Schwefelsäure

### **Durchführung / Ablauf:**

- eine Spatelspitze der Probe auf die Tüpfelplatte geben; konzentrierte Schwefelsäure auftropfen

### **Hinweise:**

- Vorsicht! Schwefelsäure ist ätzend; Spritzer fressen sich auch nach dem Auswaschen noch durch Kleidungs-Stoffe usw.

## Herstellung von Pergamentpapier

### **Materialien / Geräte:**

verschiedene Papier-Proben; Ammoniak-Lösung; Pneumatische Wannen; Wäscheklammern aus Plaste

Arbeitslösung: konzentrierte Schwefelsäure (3 Teile) langsam und vorsichtig in Wasser (1 Teil) lösen; zwischenzeitig abkühlen lassen

### **Durchführung / Ablauf:**

- Wanne mit reichlich Wasser füllen und mit Ammoniak alkalisch machen
- Papiere mittels Plasteklammern für 20 s in die Arbeitslösung tauchen (für Vergleichszwecke reicht auch nur eine Hälfte des Papiers)
- Papier in der Wanne waschen
- mit fließendem Wasser weiter waschen und dann trocknen

### **Hinweise:**

- Vorsicht! Schwefelsäure ist ätzend; Spritzer fressen sich auch nach dem Auswaschen noch durch Kleidungs-Stoffe usw.

***Grundlagen / Prinzipien:***

***Materialien / Geräte:***

***Durchführung / Ablauf:***

-

***Zusatzuntersuchung:***

-

***Hinweise:***

-

***Grundlagen / Prinzipien:***

***Materialien / Geräte:***

***Durchführung / Ablauf:***

-

***Zusatzuntersuchung:***

-

***Hinweise:***

-

## 7.3. weitere Experimente zu und mit Eiweißen

### Nachweis von Schwefel in Eiweißen

#### **Materialien / Geräte:**

verschiedene Proben (); Natriumsulfid-Lösung; Bleiacetat-Papier; verdünnte Natriumhydroxid-Lösung

#### **Durchführung / Ablauf:**

- Kontrollexperiment: 1- 2 Tropfen der Natriumsulfid-Lösung auf das Bleiacetat-Papier geben → Schwarzfärbung → pos. für Schwefel ( $S^{2-}$ )
- 4 ml einer flüssigen Eiweiß-Lösung mit 1 ml Natriumhydroxid-Lösung oder feste Eiweißprobe mit 2 – 3 ml Natriumhydroxid-Lösung im Reagenzglas erhitzen
- vom Sud 1 – 2 Tropfen auf das Bleiacetat-Papier geben

### Nachweis von Stickstoff in Eiweißen

#### **Materialien / Geräte:**

verschiedene Proben (); Branntkalk (CaO); pH-Papier; Ammoniak-Lösung

#### **Durchführung / Ablauf:**

- Kontrollexperiment: pH-Papier über die Ammoniak-Lösung halten → Verfärbung (pH = 7 - 14) → pos. für Stickstoff ( $NH_3$ )
- im Reagenzglas Probe mit Branntkalk erhitzen; pH-Papier über Öffnung halten

### Herstellung von Casein und Molke (festes Eiweiß und flüssige Eiweiß-Lösung)

#### **Materialien / Geräte:**

Frisch-Milch; verdünnte Salzsäure oder Essigessenz; Feinsieb od. Küchenhandtuch

#### **Durchführung / Ablauf:**

- Milch im Becherglas mit der Säure versetzen (auf 1 l Milch reichen mehrere Spritzer Säure); bei Bedarf (keine ausreichende Dicklegung) kann nachgesäuert werden; umrühren
- 0,5 – 1 h ruhen lassen; dannach durch Feinsieb od. Küchenhandtuch filtern
- bei Bedarf Casein (Rückstand) mit Wasser waschen und nochmals filtern
- bei Bedarf Molke-Lösung mit verdünnter Natriumhydroxid-Lösung solange neutralisieren, bis pH-Papier die gleiche Farbe anzeigt, wie die Frisch-Milch

## Herstellung von Suppenwürze / Instant-Brühe

### **Materialien / Geräte:**

Fleisch; halbkonzentrierte Salzsäure (20 %ig); Rundkolben mit aufgesetzten Rückflusskühler; Trocken-Kräuter; Natriumhydroxid-Lösung; pH-Papier; Backpapier

### **Durchführung / Ablauf:**

- 50 g Fleisch werden mit 150 ml der Salzsäure 1 – 2 Stunden langsam im Rundkolben gekocht
- 5 Spatel Trocken-Kräuter dazugeben und mit Natriumhydroxid-Lösung neutralisieren (pH-Papier)
- im offenen Becherglas nochmals etwas einkochen lassen
- Masse auf Backpapier auf ein Backblech verteilen und im Umluftofen bei rund 80 °C trocken lassen
- nach dem Abkühlen Brechen und Malen (z.B. mit Multi-Boy od. Mulinette)

### **Grundlagen / Prinzipien:**

#### **Materialien / Geräte:**

#### **Durchführung / Ablauf:**

-

#### **Zusatzuntersuchung:**

-

#### **Hinweise:**

-

### **Grundlagen / Prinzipien:**

#### **Materialien / Geräte:**

#### **Durchführung / Ablauf:**

-

#### **Zusatzuntersuchung:**

-

#### **Hinweise:**

-

## 7.4. weitere Experimente zu und mit Ballaststoffen

*Grundlagen / Prinzipien:*

*Materialien / Geräte:*

*Durchführung / Ablauf:*

-

*Zusatzuntersuchung:*

-

*Hinweise:*

-



## 7.5. weitere Experimente zu und mit Vitaminen

**Grundlagen / Prinzipien:**

**Materialien / Geräte:**

**Durchführung / Ablauf:**

-

**Zusatzuntersuchung:**

-

**Hinweise:**

-

## 7.6. weitere Experimente zu und mit Mineralstoffen

**Grundlagen / Prinzipien:**

**Materialien / Geräte:**

**Durchführung / Ablauf:**

-

**Zusatzuntersuchung:**

-

**Hinweise:**

-

## 7.7. weitere Experimente zu und mit Wasser

### Einfluss von Tensiden auf Wassereigenschaften

**Grundlagen / Prinzipien:**

**Materialien / Geräte:**

**Durchführung / Ablauf:**

-

**Zusatzuntersuchung:**

-

**Hinweise:**

-

### "Chemischer Garten"

**Materialien / Geräte:**

Becherglas 100 ml; verdünnte Wasserglas-Lösung (Natriumsilicat); verschiedene farbige Salze (z.B. Manganchlorid, Nickelchlorid, Cobaltchlorid, Eisenchlorid)

**Durchführung / Ablauf:**

- Wasserglas-Lösung in das Becherglas geben
- wenige Kristalle – möglichst verteilt – einsteuen
- 1 Woche stehen lassen

**Grundlagen / Prinzipien:**

**Materialien / Geräte:**

**Durchführung / Ablauf:**

-

**Zusatzuntersuchung:**

-

**Hinweise:**

-

## 7.8. weitere Experimente zu und mit weiteren Inhaltsstoffen



*Grundlagen / Prinzipien:*

*Materialien / Geräte:*

*Durchführung / Ablauf:*

-

*Zusatzuntersuchung:*

-

*Hinweise:*

-

## 7.9. weitere Experimente zu und mit Alkaloiden

**Grundlagen / Prinzipien:**

**Materialien / Geräte:**

**Durchführung / Ablauf:**

-

**Zusatzuntersuchung:**

-

**Hinweise:**

-

## 7.10. weitere Experimente zu und mit Lebensmitteln

### Frischeprobe für Hühner-Eier

#### **Grundlagen / Prinzipien:**

Die Luftkammer der Eier verändert sich mit dem Alter der Eier. Je älter ein Ei ist, umso größer wird die Kammer. Gleichzeitig verringert sich der Anteil der flüssigen und festen Bestandteile. Damit ändert sich letztendlich die Dichte (und damit die Schwimmfähigkeit) des Eies.

#### **Materialien / Geräte:**

Eier verschiedenen Alters; 10 %ige Kochsalz-Lösung;  
ev. zusätzlich: Waage und Messzylinder (weite Öffnung)

#### **Durchführung / Ablauf:**

- die Eier einzeln in die Kochsalz-Lösung geben
- entweder Schwimmhöhe skizzieren, fotografieren oder mittels einer Skala (Lineal od. Messzylinder-Skala messen)
- Eier unbekanntes Alters testen

#### **Zusatzuntersuchung:**

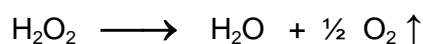
- Eier einzeln wiegen
- für jedes Ei die Gesamtverdrängung bestimmen
- Dichte berechnen

Frischezustand	Frischei	3 Wochen alt	5 – 6 Wochen alt	über 2 Monate alt
Dichte (g/cm <sup>3</sup> )	1,08	1,05	1,04	1,02

### Frischetest von Haferflocken

#### **Grundlagen / Prinzipien:**

Natürliche und schonend verarbeitete Lebensmittel enthalten noch die natürlich vorkommenden Enzyme in aktiver Form. Ein sehr weit verbreitetes Enzym ist die Katalase, die der schnellen und gezielten Entsorgung (Entgiftung) von Wasserstoffperoxid dient.



#### **Materialien / Geräte:**

Proben (z.B. verschiedene Haferflockenproben (unterschiedlich alt; unterschiedliche Herkunft)); 3 %ige Wasserstoffperoxid-Lösung

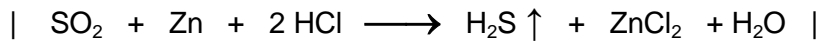
#### **Durchführung / Ablauf:**

- 5 g Probe mit 10 ml Wasser aufschlemmen
- 4 ml Wasserstoffperoxid-Lösung zusetzen und auf Bläschenbildung beobachten

## Prüfung auf Schwefelung von Trockenobst

### **Grundlagen / Prinzipien:**

Zur leichten / schonenden Desinfektion und / oder Konservierung wird in der Weinkellerei und Trockenobstherstellung Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) bzw. Sulfit (SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) eingesetzt. Empfindliche Menschen und kleine Kinder reagieren z.T. recht stark darauf.



Feuchtes Bleiacetat-Papier verfärbt sich bei Anwesenheit von Schwefelwasserstoff (Sulfid-Ionen; S<sup>2-</sup>) schwarz (PbS<sub>2</sub> ↓).

### **Materialien / Geräte:**

Probenmaterial (Trockenobst, verschiedene Sorten (Früchte und Hersteller)); Zink-Stücken; verdünnte Salzsäure (2 M); Bleiacetatpapier (kann durch Geruchsprobe ersetzt werden); kleine ERLLENMEYER-Kolben (50 – 100 ml); (passende Stopfen)

### **Durchführung / Ablauf:**

- 5 g Probenmaterial mit Zinkstück und 20 ml in den ERLLENMEYER-Kolben füllen; angefeuchtetes Bleiacetatpapier in der Kolben-Öffnung anheften (klebt wegen der Feuchtigkeit) oder mit dem Stopfen festklemmen, aber den Kolben dabei nicht verschließen !!!
- Geruchsprobe kann als Ersatz für Bleiacetat-Papier dienen

### **Hinweise:**

- beim Einsatz anderer Metalle – zur Erzeugung naszierenden Wasserstoffs – können auch andere Schwefel-Verbindungen entstehen

## Frischeprüfung von Fleisch / Joghurt (Sterilität)

### **Grundlagen / Prinzipien:**

### **Materialien / Geräte:**

Arbeitsreagenz: 1 ml gesättigte alkoholische Methylenblau-Lösung mit 40 ml (Leitungs-)Wasser verdünnen

Probenmaterial (z.B. verschiedene Joghurt-Produkte; Fleischarten (verschiedene Konfektionsarten (Frischfleisch, Kühltheckenware, Gefrierfleisch (aufgetaut))); ERLLENMEYER-Kolben (50 ml)

### **Durchführung / Ablauf:**

- jeweils 5 g (ev. fein zerkleinert) in ERLLENMEYER-Kolben füllen mit 1 ml der Arbeitsreagenz vermischen; mit Alupapier od.ä. abdichten
- bei 35 – 45 °C bebrüten
- je schneller sich die Probe entfärbt, umso mehr aktive Mikroben (Keimzahl) usw. sind enthalten

***Grundlagen / Prinzipien:***

***Materialien / Geräte:***

***Durchführung / Ablauf:***

-

***Zusatzuntersuchung:***

-

***Hinweise:***

-

***Grundlagen / Prinzipien:***

***Materialien / Geräte:***

***Durchführung / Ablauf:***

-

***Zusatzuntersuchung:***

-

***Hinweise:***

-



## 7.11. weitere Experimente

### Herstellung eines Aroma-Esters

#### **Grundlagen / Prinzipien:**

Säuren und Alkohole reagieren unter Abspaltung von Wasser zu einem Ester. Viele Ester haben einen fruchtartigen Geruch. Mit dieser Eigenschaft sind sie als Zusatz zu Lebensmitteln prädestiniert. Besonders kurzkettige Alkohole und organische Säuren lassen sich zu typischen Aromastoffen verbinden.

#### **Materialien / Geräte:**

Rundkolben; Stativ; Brenner; organische Säure; Alkohol (nicht nur Ethanol gemeint!); konzentrierte Schwefelsäure; wasserfreies Zinkchlorid

#### **Durchführung / Ablauf:**

- prüfen des Geruchs der Ausgangsstoffe (eine Säure und ein Alkohol)
- je 3 ml der Ausgangsstoffe im Rundkolben mischen
- mehrere Tropfen konzentrierte Schwefelsäure zugeben (!!! Schutzbrille und Handschuhe); ev. 2 – 3 Spatelspitzen wasserfreies Zinkchlorid zugeben
- einige Minuten ruhig kochen lassen
- prüfen des Geruchs (ev. noch mal im direkten Vergleich mit Ausgangsstoffen)
- Geruchsprobe gut mit frisch benetzten Magnesia-Stäbchen möglich

#### **Zusatzuntersuchung:**

-

#### **Hinweise:**

-

## 7.12. Herstellung ausgewählter Nachweis-Reagenzien und -Materialien

### ammoniakalische Silbernitrat-Lösung

-

### Ascorbinsäure-Lösung (Vitamin C-Lösung) (0,2 %ig)

- 2 mg Ascorbinsäure im 100ml-Maßkolben mit dest. Wasser auffüllen

### BARFOED-Reagenz

- 6,7 g Cupferacetat in 100 ml dest. Wasser lösen, filtrieren  
- 2,5 ml 30%ige Essigsäure zusetzen

### Biuret-Reagenz

- 8g Natriumhydroxid, 5 g Natrium-Kaliumtartrat, 3 g Cupfersulfat-Hydrat und 1,5 g Kaliumiodid in 500 ml dest. Wasser lösen  
- mit dest. Wasser auf 1 l auffüllen

### Brom-Wasser

- 2,5 g Natriumbromat und 25 g Natriumbromid in dest. Wasser lösen und auf 1 l auffüllen  
!!! diese Stamm-Lösung ist haltbar  
- vor Gebrauch mit konz. Schwefelsäure ansäuern (10 Tr. auf 100 ml Stammlösung)

### Chlorzinkiod-Lösung

- 30 g Zinkchlorid, 10 g Kaliumiodid und 2 g Iod in 15 ml dest. Wasser lösen  
alternativ:  
- 6,5 g Kaliumiodid auf 10 ml dest. Wasser und dannach noch 1,3 g Iod lösen  
- dann 20 g Zinkchlorid lösen  
- kristallinen Niederschlag abfiltrieren  
!!! Chlor-Zink-Iod-Lösung dunkel aufbewahren; nur wenige Wochen haltbar

### Cobaltchlorid-Papier

- konzentrierte Cobaltchlorid-Lösung (rosa) herstellen  
- Papierstreifen eintauchen (ev. Hand-Ende kennzeichnen)  
- im Trockenschrank / Backofen (Umluft) bis zur Entfärbung trocknen

### Eiklar-Lösung

- von einem Hühner-Ei das Eiklar abtrennen  
- auf 100 ml mit dest. Wasser auffüllen; vielfach wird die Zugabe von 1 Spatelspitze Kochsalz empfohlen  
- gut durchrühren (nicht aufschlagen!) und anschließend durch eine grobes Tuch filtern

### FEHLINGSche Lösung I

- 7 g Cupfer(II)-sulfat-5-hydrat (blaues Cupfersulfat) in 100 ml dest. Wasser lösen  
oder: 35 g Cupfer(II)-sulfat-5-hydrat (blaues Cupfersulfat) in 500 ml dest. Wasser lösen

### FEHLINGSche Lösung II

- 35 g Kaliumnatriumtartrat und 10 g Natriumhydroxid (fest) in 100 ml dest. Wasser lösen  
oder: 173 g Kaliumnatriumtartrat und 60 g Natriumhydroxid (fest) in 100 ml dest. Wasser lösen

### fuchsin-schweflige Säure / schwefelsaure Fuchsin-Lösung

### **Glucose-Lösung (5 %ig)**

- 5 g Glucose in 100 ml dest. Wasser lösen (bei Sofort-Verwendung reicht auch Leitungswasser)

### **Iod-Kaliumiodid-Lösung**

- Suspension aus Iod (1 g) in Wasser (100 ml) herstellen
- einige Spatelspitzen Kaliumiodid (2 g) zugeben
- Lösung dekantieren

### **Iodat-Stärke-Indikatorpapier**

- 1 Spatel Stärke und 3 Spatel Kaliumiodat in 20 ml Wasser und 5 Tropfen verdünnter Schwefelsäure sieden lassen
- Lösung abkühlen lassen und dann Papierstreifen zur Hälfte darin tränken; trocknen lassen (ev. Handende kennzeichnen!)

### **Kupfersulfat-Lösung (Cupfersulfat-Lösung) (5 %ig)**

- 5 g Cupfer(II)-sulfat-5-hydrat (blaues Cupfersulfat) in 100 ml dest. Wasser lösen

### **LUGOLsche Lösung**

- Iod-Kaliumiodid-Lösung

### **Maltose-Lösung (2 %ig)**

- 2 g Maltose in 100 ml dest. Wasser lösen (bei Sofort-Verwendung reicht auch Leitungswasser)

### **MILLONs Reagenz**

-

### **MOBERG-Lösung / MOBERGs Reagenz**

- Ninhydrin-Lösung

### **Natronlauge (Natriumhydroxid-Lösung), verdünnt (20 %ig)**

- 20 g Natriumhydroxid (fest) in 100 ml dest. Wasser lösen

### **Natronlauge (Natriumhydroxid-Lösung) (2 N = 2 mol/l)**

- 8 g Natriumhydroxid (fest) mit dest. Wasser auf 100 ml auffüllen (ev. 60 ml vorher vorlegen)

### **Ninhydrin-Lösung**

- 1 g Ninhydrin auf 100 ml Isopropanol
- alternativ: 0,5 g auf 100 ml Aceton
- alternativ: 1 g in 100 ml 96%igen Ethanol lösen und auf 1 l mit dest. Wasser auffüllen

### **Oxalsäure-Lösung (2 %ig)**

- 20 g Oxalsäure in 1 l dest. Wasser lösen

### **Pankreatin-Lösung**

- 1 Spatelspitze Pankreatin in 50 ml Wasser lösen

### **Saccharose-Lösung (2 %ig)**

- 2 g Saccharose in 100 ml dest. Wasser lösen (bei Sofort-Verwendung reicht auch Leitungswasser)

### **Salzsäure (Chlorwasserstoff-Säure) (2 N = 2 mol/l)**

- in 1l-Maßkolben 750 ml dest. Wasser vorlegen
- langsam 167 ml konz. Salzsäure dazugeben und immer gut umschütteln (auf die Temperatur achten!) (! ev. fertige Maßlösungen od. ausgewogene Maß-Ampullen benutzen!)
- mit dest. Wasser auf 1l auffüllen

### **SCHIFFs-Reagenz / SCHIFFsche Lösung**

→ fuchsinschweflige Säure

### **SELIWANOW-Reagenz**

- 0,5 g Resorcinin in 100 ml 20%iger Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure) lösen

### **Stärke-Lösung (1%ig)**

- 1 g lösliche Stärke zuerst in wenig kaltem Wasser anrühren und lösen
- vorsichtig kochendes Wasser hinzugeben (1 l)
- nochmals aufkochen und dann abgedeckt abkühlen lassen

### **Sudan-III-Lösung**

- Sudan-III-Pulver in heißen 50%igen Ethanol geben und rühren
- wenn Sättigung (rund 1%ig) gegeben ist, abkühlen lassen und die nicht gelösten Farbstoff-Partikel abfiltrieren

### **Sudan-III-Papier**

- 1 Spatelspitze Sudan-III-Pulver wird in 15 – 20 ml Aceton gelöst
- Lösung in eine PETRI-Schale geben und dann Filterpapiere oder Papierstreifen in der Lösung tränken (mit Pinzette)
- getränkte Papiere dann im Abzug (od. an der frischen Luft) trocknen lassen

### **TILLMANS-Reagenz (DCPIP-Lösung)**

- 0,2 g Dichlorphenolindophenol (DCPIP) unter leichtem Erwärmen in rund 100 ml destilliertem Wasser lösen
  - filtrieren (Filtrat gleich in 1 l-Maßkolben auffangen) mit destilliertem Wasser Filter nachspülen
  - Maßkolben auf 1 l auffüllen
- ! Lösung in dunkler Flasche im Kühlschrank mittelfristig (1 Woche) haltbar!  
(Diese Lösung weist pro 7,7 ml Verbrauch 1 mg Vitamin C bzw. pro verbrauchtem ml 0,13 mg Vitamin C nach.)

### **TOLLENS-Reagenz**

→ ammoniakalische Silbernitrat-Lösung

### **wasserfreies / weißes Cupfersulfat / Cupfersulfat-Papier**

- (blaues) Cupfersulfat auf ein Uhrgläschen geben und im Trockenschrank / Backofen (Umluft) bis zur Entfärbung trocknen
- alternativ:
- konzentrierte Cupfersulfat-Lösung (hellblau) herstellen
  - Papierstreifen eintauchen (ev. Hand-Ende kennzeichnen)
  - im Trockenschrank / Backofen (Umluft) bis zur Entfärbung trocknen



-



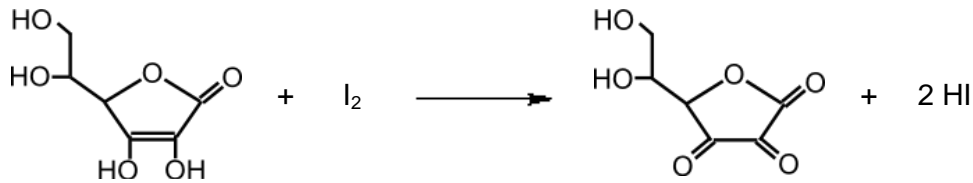
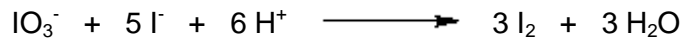
-



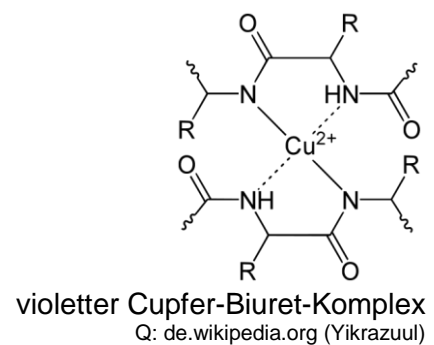
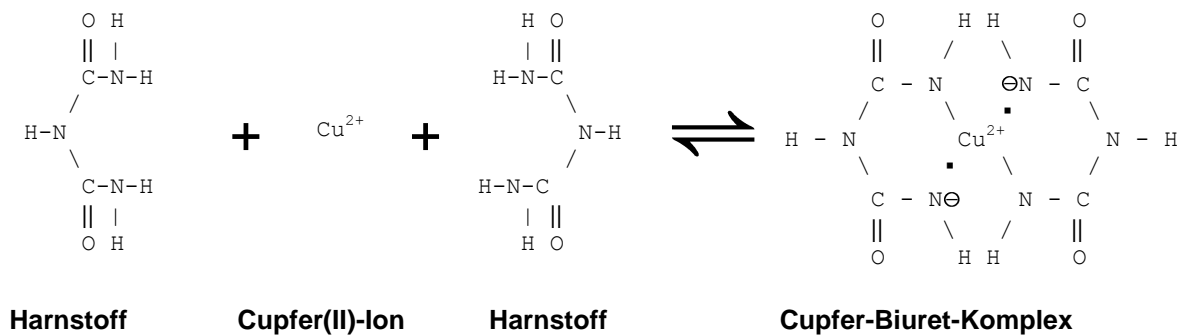
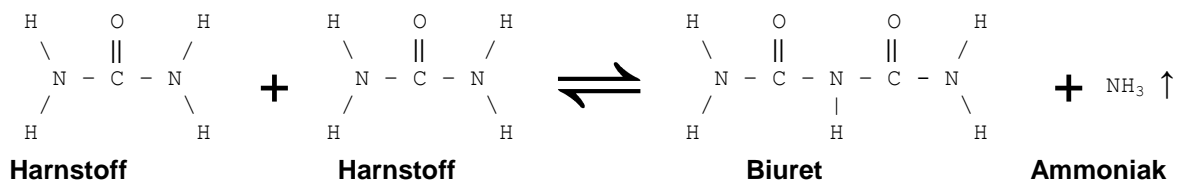
-

## 7.12.1 Formeln bzw. typische Reaktionen der Nachweisreagenzien

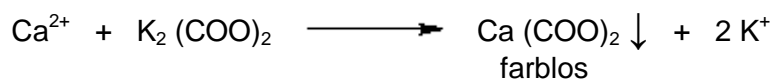
### Ascorbinsäure-Nachweis / -Oxidation



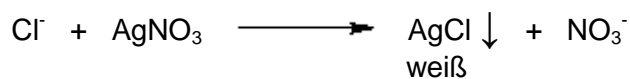
### Biuret-Reaktion



### Calcium-Ionen mit Kaliumoxalat



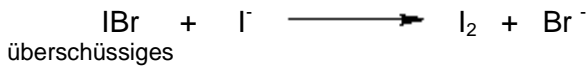
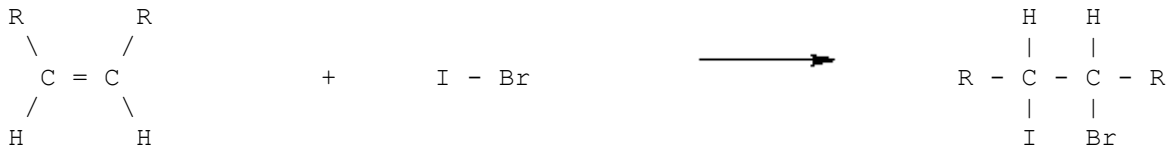
### Chlorid-Ionen mit Silbernitrat



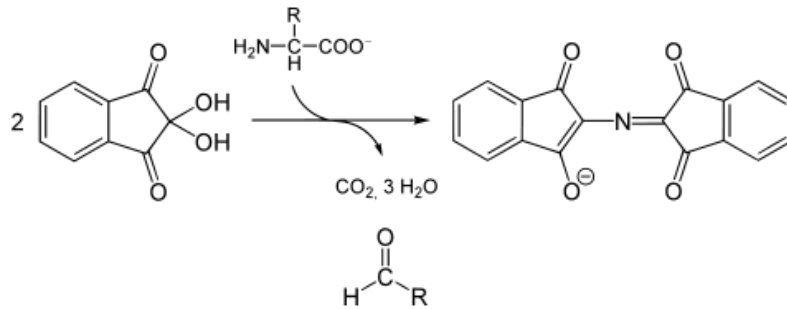
### Eisen(II)-Ionen mit Kaliumhexacyanoferrat(III) (/ rotem Blutlaugensalz)



## Iod-Zahl-Bestimmung

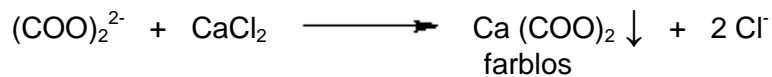


## Ninhydrin-Reaktion

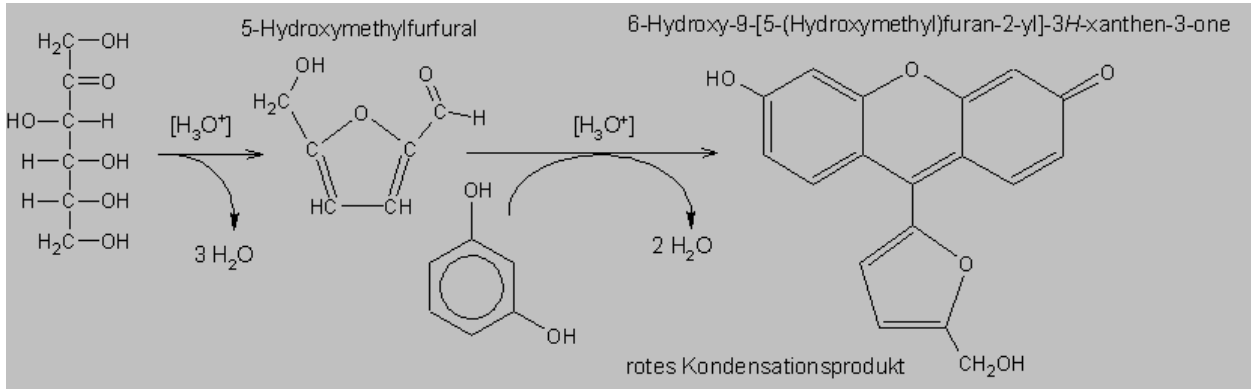


Q: de.wikipedia.org (Yikrazuul)

## Oxalat-Ionen mit Calciumchlorid

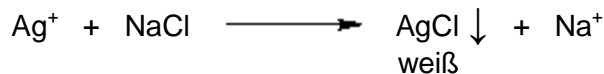


## SELIWANOW-Reaktion



Q: www.kd-chemie.de

## Silber-Ionen mit Natriumchlorid



## Silberspiegel-Probe

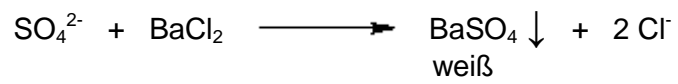
→ TOLLENSsche

## Sudan-III

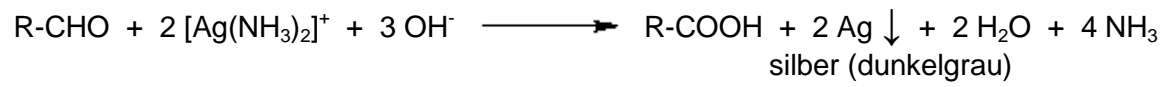
→ Fett-Nachweis mit Sudan-III



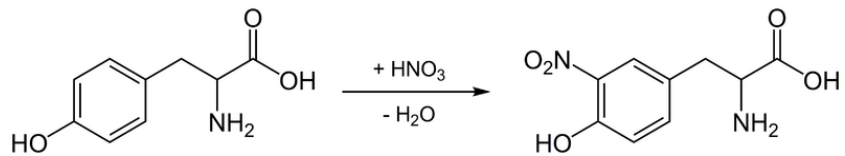
### Sulfat-Ionen mit Bariumchlorid



### TOLLENSsche Probe



### Xanthoprotein-Reaktion



Q: de.wikipedia.org (Yikrazuul)

sche Probe

Probe

## 8. Anhänge

### 8.1. wichtige physikalische und chemische Größen

Name	Beschreibung (Bemerkungen)	Formelzeichen / Berechnungsformel	Einheiten und Umrechnungen (fett: SI-konforme Einheiten)
<b>Masse</b> Atom-Masse Molekül-Masse		m $m_A$	<b>1 kg (= Ur-Kilogramm in Paris)</b> <b>u ... atomare Masseneinheit</b> 1 u = $1,66 \cdot 10^{-27}$ kg Da ... DALTON (gerne in USA und Biochemie verwendet) 1 u = 1 Da
<b>Konzentration</b>		$c = n / V$	M ... molar (bezieht sich auf Teilchen) 1 mol / l = 1 M N ... normal (bezieht auf Säure-Base-Äquivalente) 1 mol / l = 1 N
<b>Molare Masse</b>		$M_M = m / n$	1 g / mol
<b>Stoffmenge</b>	Anzahl Teilchen	n	<b>1 mol = <math>6,022 \cdot 10^{23}</math> Teilchen</b>
<b>Temperatur</b>		T	<b>K ... KELVIN</b> 1 grad (Grad) 1 K = 1 grad °C ... Grad CELCIUS 0 K = -273,16 °C; 273 K = 0 °C 0 – 100 °C 100 grad

### 8.2. Tabellen zur Chemie organischer Verbindungen

#### griechisches Alphabet

	Name, Aussprache			
1	A	α	alpha	a
2	B	β	beta	b
3	Γ	γ	gamma	g
4	Δ	δ	delta	d
5	E	ε	epsilon	e
6	Z	ζ	zeta	z
7	H	η	eta	h
8	Θ	θ ϑ	theta	qj

	Name, Aussprache			
9	I	ι	jota	i
10	K	κ	kappa	k
11	Λ	λ	lambda	l
12	M	μ	my	m
13	N	ν	ny	n
14	Ξ	ξ	xi	x
15	O	ο	omikron	o
16	Π	π	pi	p

	Name, Aussprache			
17	P	ρ	rho	r
18	Σ	σ ς	sigma	sv
19	T	τ	tau	t
20	Υ	υ	ypsilon	u
21	Φ	φ ϕ	phi	fj
22	X	χ	chi	c
23	Ψ	ψ	psi	y
24	Ω	ω	omega	w

auf PC-Tastatur

## Vorsilben zu Zählungen (z.B.: Anzahl C-Atome) – Zahlwörter

n	Vorsilbe
1	meth
2	eth (äth)
3	prop
4	but
5	pent
6	hex
7	hept
8	oct
9	non
10	dec

n	Vorsilbe
11	undec
12	dodec
13	tridec
16	hexadec
18	octadec

n	Vorsilbe
20	icos (eicos)
30	
40	

n	Vorsilbe

## wichtige funktionelle Gruppen

Name	Formel		
Hydroxyl-Gruppe			
Carbonyl-Gruppe			
Carboxyl-Gruppe			
Ether-Gruppe			
Ester-Gruppe			
Peptid-Gruppe			
Halbacetal			
Vollacetal			

### *8.3. weitere Tabellen und Übersichten*

## 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	-⌘