ALKOHOLE

Sicher kennst Du einen **Alkohol**, den man [auch mit negativen Folgen] trinken kann oder als Lösungsmittel nutzt: **Ethanol**. Daneben gibt es viele andere Alkohole. Das sind unsere Themen ...

[Alkanole – Alkohole 1](#_Toc18681119)

[Einteilung der Alkohole 2](#_Toc18681120)

[Methanol 2](#_Toc18681121)

[Ethanol 4](#_Toc18681122)

[Propan-1-ol und Propan-2-ol 6](#_Toc18681123)

[Ethan-1,2-diol 7](#_Toc18681124)

[Zuckeralkohole 8](#_Toc18681125)

[Propan-1,2,3-triol 9](#_Toc18681126)

[Hexan-1,2,3,4,5,6-hexol 10](#_Toc18681127)

[Homologe Reihe der Alkanole 11](#_Toc18681128)

[Chemische Reaktionen von Alkoholen 12](#_Toc18681129)

[Alkoholische Gärung 13](#_Toc18681130)

[Branntwein und Jugendschutz 15](#_Toc18681131)

[Alkohol und Gesundheit 15](#_Toc18681132)

[Lexikon einiger Fachbegriffe 18](#_Toc18681133)

[Quellenangaben und Hinweise 19](#_Toc18681134)

Alkanole – Alkohole

|  |  |
| --- | --- |
| Hydroxygruppe *[veraltet Hydroxylgruppe]*funktionelle Gruppe aus einem Sauerstoff- und einem Wasserstoffatom, die im Bindungswinkel von 109° mit dem Rest [R] des Moleküls verbunden sind |  |
| funktionelle GruppeAtomgruppe in organischen Molekülen, welche die Stoffeigenschaften und Reaktionen wesentlich bestimmtHydroxygruppe ist die typische funktionelle Gruppe der Alkohole und Phenole, kommt z.B. aber auch in Kohlenhydraten vor | Ein Bild, das Text, Uhr enthält.  Automatisch generierte BeschreibungBeispiel Ethanol |

Alkohole

organische Stoffe mit mindestens einer **Hydroxygruppe –OH** als funktioneller Gruppe im Molekül

Alkanole

organische Stoffe mit einer **Hydroxygruppe –OH** als funktioneller Gruppe im Molekül [Namensendung **–ol** für eine OH–Gruppe oder Vorsilbe
Hydroxy-]

Hydroxygruppe und Hydrophilie

Hydroxygruppe bedingt Hydrophilie [**Wasserfreundlichkeit**, –löslichkeit]

hydrophile Wirkung nimmt mit zunehmender Kettenlänge des Alkylrests [R] ab

*der Alkylrest ist stets hydrophob [wasserfeindlich]*

Einteilung der Alkohole

primäre Alkohole

das C-Atom mit der Hydroxygruppe trägt noch 2 Wasserstoffatome
[z.B. Propan-1-ol, Methanol]

sekundäre Alkohole

das C-Atom mit der Hydroxygruppe trägt noch ein Wasserstoffatom
[z.B. Propan-2-ol]

tertiäre Alkohole

das C-Atom mit der Hydroxygruppe trägt kein Wasserstoffatom
[z.B. Propan-2,2-diol]

einwertige Alkohole

Alkohol mit einer Hydroxygruppe im Molekül [z.B. Propan-1-ol]

mehrwertige Alkohole

Alkohol mit mehreren Hydroxygruppen im Molekül [z.B. Propan-1,2,3-triol]

Namen und Formeln

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Butan-1-ol |  | Propan-1,2,3-triol |
|  |  | Ein Bild, das Text, Objekt enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |

Beispiel 1 **Butan-1-ol** *(oder 1-Hydroxybutan)*

* 4 C-Atome: **But**
* Einfachbindungen zwischen den C-Atomen: **an**
* eine Hydroxygruppe am 1. C-Atom: **-1-ol** *(oder 1-Hydroxy)*

Beispiel 2 **Propan-1,2,3-triol** *(oder 1,2,3-Trihydroxypropan)*

* 3 C-Atome: **Prop**
* Einfachbindungen zwischen den C-Atomen: **an**
* drei Hydroxygruppen, je eine an jedem C-Atom: **-1,2,3-triol***(oder 1,2,3-Trihydroxy)*

Methanol

andere Namen

Hydroxymethan, Holzgeist, Methylalkohol [nicht mehr erlaubt]

natürliche Vorkommen

in geringen Spuren in der Atmosphäre [meist von Pflanzen abgegeben]

Eigenschaften

**farblose**, charakteristisch **riechende** und leicht **bewegliche** Flüssigkeit; gut **wasserlöslich**; löst viele Mineralsalze; lässt **Eiweiße gerinnen**; leicht entzündlich und schnell brennbar; Siedetemperatur 65°C; stark giftig und Krebs erregend

Gefahrstoffkennzeichnung



vollständige Verbrennung

Methanol + Sauerstoff 🠢 Kohlenstoffdioxid + Wasserdampf  *(exotherm)*

CH4O + 2 O2 🠢 CO2 + 2 H2O ; *ΔH = – n kJ · mol –1*

Strukturformel [Valenzstrichformel] und Molekülmodelle

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Methanol |  | Ein Bild, das Objekt enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |  |  |

vereinfachte Strukturformel, Halbstrukturformel

CH3OH

Summenformel

CH4O

Strukturbeschreibung

einfachster Alkohol; kettenförmige Moleküle mit einem Kohlenstoffatom und ausschließlich Einfachbindungen; eine Hydroxygruppe [Endung -ol]

Verwendung

**Treibstoff** bzw. -zusatz oder in bestimmten Brennstoffzellen [Energielieferant]; Rohstoff zur Herstellung von **Formaldehyd**, technischer **Ethansäure**, **Kunststoffen** [z.B. Phenoplaste], Klebstoffen und **Kunstharzen** [für Automobil-, Bau- und Holzindustrie], außerdem als **Lösungsmittel**, Reiniger für Digitalkameras, Hilfsstoff bei der Herstellung von Polystyrol und synthetischem Kautschuk

Methanol und Gesundheit

schon geringe Spuren von Methanol können zur Erblindung führen; in höheren Mengen tödlich giftig; Gefahren bei selbst gebranntem oder gepanschtem Alkohol – immer wieder Ursache von Vergiftungen

lebensbedrohlich bereits bei Mengen von über 1 g pro kg Körpermasse, aber auch darunter schon gefährlich

Geschichtliches

Alte Ägypter balsamierten ihre Toten mit einem Gemisch auf Methanolbasis; 1661 durch Robert Boyle erstmals reines Methanol aus Buchbaumholz gewonnen

Technische Methanolsynthese

Reaktion anorganischer Grundstoffe [Kohlenstoffmonooxid und Wasserstoff im Verhältnis 1:2] zu einem organischen Stoff [Methanol]

CO + 2 H2 🠢 CH3OH ; *ΔH = –90,8 kJ · mol –1*

*es gibt verschiedene Verfahren, die meist mit Druck und stets mit Katalysatoren ablaufen [Arbeitstemperatur meist um oder über 300°C]*

Ethanol

andere Namen

Hydroxyethan, Ethylalkohol, Weingeist, Spiritus [vergälltes Ethanol],
Alkohol [umgangssprachlich]

natürliche Vorkommen

z.B. in reifen [zuckerhaltigen] Früchten als Produkt alkoholischer Gärung

Geschichtliches

berauschende Wirkung wurde schon vor mehr als 6000 Jahren in alten ägyptischen Schriftrollen beschrieben

Eigenschaften

**farblose**, charakteristisch **riechende** und leicht **bewegliche** Flüssigkeit; gut **wasserlöslich**; gut mit anderen Stoffen mit Dipoleigenschaften mischbar; lässt **Eiweiße gerinnen** [vergleiche auch Zerstörung von Nervenzellen bei übermäßigem Alkoholgenuss]; löst z.T. auch Fette und Pflanzenauszüge; leicht brennbar; Siedetemperatur 78°C

Gefahrstoffkennzeichnung



vollständige Verbrennung

aus Ethanol und Sauerstoff entstehen die Reaktionsprodukte Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf  (exotherm)

C2H6O + 3 O2 🠢 2 CO2 + 3 H2O ; *ΔH = –29,6 kJ · mol –1*

Strukturformel [Valenzstrichformel] und Molekülmodelle

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ein Bild, das Text enthält.  Automatisch generierte BeschreibungEthanol | Ein Bild, das Text, Uhr enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |  |

vereinfachte Strukturformel, Halbstrukturformel

CH3—CH2—OH

oft gebräuchliche vereinfachte Halbstrukturformel

C2H5OH

Summenformel

C2H6O

Strukturbeschreibung

kettenförmige Moleküle mit **zwei Kohlenstoffatomen** und ausschließlich Einfachbindungen; **eine Hydroxygruppe** [endständig]; Dipolmoleküle [Hydroxygruppe hydrophil, Alkylrest hydrophob und lipophil]

lipophil = fettfreundlich

Herstellung aus Ethen

zur Erzeugung von **technischem Ethanol** [nicht für Genussmittel geeignet] auf Erdgas- bzw. Erdölbasis durch Addition von Wasser

CH2=CH2 + 2 H2O ⇄  C2H5OH ; *ΔH = –a kJ · mol –1*

unter Druck, mit Katalysator Schwefelsäure [Arbeitstemperatur 300°C]

Herstellung durch alkoholische Gärung

zur Erzeugung von **Bio-Alkohol** aus Traubenzucker o.a. Kohlenhydraten

C6H12O6 🠢 2 C2H5OH + 2 CO2 ; *ΔH = –b kJ · mol –1*

durch Enzyme von Hefepilzen, z.B. Bier-, Wein- und Bäckerhefe

*bei einem Ethanolgehalt von 15% sterben die Hefepilze, so dass höherprozentiger Alkohol durch anschließendes Destillieren erzeugt werden muss*

Verwendung und Bedeutung

**Lösungsmittel** [z.B. für Kosmetika, Arzneimittel, Farben, Farbstoffe, Öle, Fette usw.], alkoholische **Getränke** [Wein, Bier, Likör, Branntwein etc.], Bestandteil von **Desinfektionsmitteln**, als **Konservierungsmittel**, in Reinigungsmitteln, in Alkohol-Thermometern, **Brennspiritus**, als Treibstoffzusatz [z.B. 10% im Super E10], Herstellung von Duftstoffen, Aromen, Farbstoffen, Medikamenten; Mischen von Pflanzenauszügen oder Farbstoffen mit Ethanol [Tinkturen] u.v.a.

Ethanol und Gesundheit

zerstört Eiweiße und dadurch Zellen und Enzyme; besonders im Gehirn infolge guter Durchblutung; zudem Leber- u.a. Organschäden

vergällter Alkohol

Ethanol unterliegt in Deutschland der **Branntweinsteuer**; betrifft alkoholische Getränke; für technische Zwecke wird er vergällt [und somit **ungenießbar** gemacht], d.h. mit geringen Mengen anderer Substanzen versetzt [z.B. Methylethylketon, Cyclohexan; im Brennspiritus Denatoniumbenzoat]

Jahresproduktion

jährlich werden weltweit über **36,5 Milliarden Liter Ethanol** erzeugt, zu 90% in den USA und Brasilien; Deutschland produziert etwa 400 Millionen Liter pro Jahr

Propan-1-ol und Propan-2-ol

weitere Namen für Propan-1-ol

1-Hydroxypropan, 1-Propanol, n-Propanol ["Normal-Propanol"], Propylalkohol

weitere Namen für Propan-2-ol

2-Hydroxypropan, 2-Propanol, i-Propanol ["Iso-Propanol"], Isopropanol, Isopropylalkohol,

Eigenschaften

**Propan-1-ol und Propan-2-ol sind verschiedene Stoffe**, die sich in physikalischen Eigenschaften unterscheiden [z.B. Dichte, Siede- und Schmelztemperatur], z.B. ...
TSiede(Propan-1-ol) = 97°C, TSiede(Propan-2-ol) = 82°C; beide sind farblose, süßlich und stechend riechende Flüssigkeiten [dünnflüssig]; relativ leicht brennbar; begrenzt wasserlöslich; Propan-2-ol ist leichter flüchtig

Gefahrstoffkennzeichnung

|  |  |
| --- | --- |
| Propan-1-ol | Propan-2-ol |
| Beschreibung: 2000px-GHS-pictogram-flamme.svg.pngBeschreibung: 2000px-GHS-pictogram-acid.svg.pngBeschreibung: 2000px-GHS-pictogram-exclam.svg.png | Beschreibung: 2000px-GHS-pictogram-flamme.svg.pngBeschreibung: 2000px-GHS-pictogram-exclam.svg.png |

Strukturformeln [Valenzstrichformeln] und Molekülmodelle

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Propan-1-ol |  | Propan-2-ol |
|  |  |  |
|  |  |  |

vereinfachte Strukturformel, Halbstrukturformel von Propan-1-ol

CH3—CH2—CH2OH

vereinfachte Strukturformel, Halbstrukturformel von Propan-2-ol

CH3—CHOH—CH3

oft genutzte vereinfachte Halbstrukturformel für beide Moleküle

C3H7OH

Summenformel für beide Moleküle

C3H8O

Strukturbeschreibung

kettenförmige Moleküle mit **drei Kohlenstoffatomen** und ausschließlich Einfachbindungen; **eine Hydroxygruppe** [endständig] bei Propan-1-ol bzw. am zweiten C-Atom bei Propan-2-ol

 Propan-1-ol ist ein primärer, Propan-2-ol ein sekundärer Alkohol

Verwendung von Propan-1-ol

als Lösungsmittel, Desinfektions- und Reinigungsmittel; zur Herstellung von Insektiziden, Herbiziden und Medikamenten

Verwendung von Propan-2-ol [Isopropanol]

Lösungs-, Desinfektions- und Reinigungsmittel; Extraktion und Reinigung von Naturprodukten; Fettlöser; in Türschloss- und Autoscheibenenteisern; Zusatz für Frostschutzmittel im Kühlwasser und Scheibenwaschanlagen; bei der Lackaufbereitung von Fahrzeugen; in der Arzneimittel- und Kosmetikindustrie *u.v.a.*

Propanol und Gesundheit

Dämpfe von **Propan-1-ol** reizen Augen, Haut und Schleimhäute besonders stark [auch Schäden möglich]; *daher wird für Reinigungszwecke besser Propan-2-ol eingesetzt, das nicht ganz so reizend ist*

Ethan-1,2-diol

weitere Namen

1,2-Dihydroxyethan, **Ethylenglykol**, **Glycol**, Glykol, 1,2-Ethandiol

Eigenschaften

**farblose** **Flüssigkeit**, leicht **dickflüssig**; **brennbar** [erst bei 110°C entflammbar], ab 165°C zersetzlich; **wasserlöslich**; **hygroskopisch**

Gefahrstoffkennzeichnung



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Strukturformel und Molekülmodell |  | Ein Bild, das drinnen, sitzend enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |

Strukturbeschreibung

kettenförmige Moleküle mit **zwei Kohlenstoffatomen** und ausschließlich Einfachbindungen; an beiden C-Atomen **jeweils eine Hydroxygruppe** *[Endung -diol für 2 Hydroxygruppen im Molekül; 1 und 2 im Namen kennzeichnen die Stellung am jeweiligen C-Atom 1 bzw. 2]*

vereinfachte Strukturformel, Halbstrukturformel

CH2OH—CH2OH

oft genutzt statt der Summenformel

(CH2OH)2

Summenformel

C2H6O2

Verwendung

Herstellung von Kunststoffen bzw. Kunstharzen wie Polyestern, Polyethylenterephthalat [PET]; zur Entfernung von Wasser aus Gasen; im Gemisch mit Wasser als Wärmeübertragungsflüssigkeit; als Frostschutzmittel in Kühlsystemen z.B. von Kraftfahrzeugen

Ethandiol und Gesundheit

gesundheitsschädlich; reizt Schleimhäute und vor allem die Augen; hohe Mengen schädigen Nervengewebe, es kommt zu Herz-Kreislauf- und Stoffwechselstörungen und Nierenschädigungen

*etwa 110 mL sind tödlich, dennoch wird es meist statt dem besser wirkenden und ungiftigen Propan-1,2,3-triol [Glycerin] als Frostschutz in Kühlsystemen eingesetzt, da Ethandiol billiger in der Herstellung ist*

wegen mit Glykol versetztem Wein [statt Zucker] gab es schon häufiger Skandale

Zuckeralkohole

Zuckeralkohole

mehrwertige Alkohole, die süß schmecken, oft als Zuckeraustauschstoffe [Süßungsmittel] genutzt werden; Reduktionsprodukte von Kohlenhydraten

geeignet für Diabetiker, da zum Abbau kein Insulin benötigt wird

*einige natürlich vorkommende Beispiele:*

**Glycerin**

*[siehe anschließendes Kapitel]*

**Sorbit**

*[siehe übernächstes Kapitel]*

**Xylit**

[Xylitol, Birkenzucker] C5H10O5 *[Pentan-1,2,3,4,5-pentol]*

weißer kristalliner und süß schmeckender Feststoff; kommt u.a. in Pflaumen, Blumenkohl, Himbeeren und Erdbeeren vor; Gewinnung u.a. aus Birkenholz oder Zuckerrohr

**Erythrit**

[Erythrol] C4H10O4 *[Butan-1,2,3,4-terol]*

farbloser kristalliner und süß schmeckender Feststoff; kommt u.a. in Obst, Pilzen, Pistazien und Käse vor; Herstellung meist aus Weinsäure

Propan-1,2,3-triol

weitere Namen

**Glyzerin**, Glycerin, **Glycerol**, 1,2,3-Trihydroxypropan, 1,2,3-Propantriol

[der Trivialname ist eine Ableitung von griech. glykys für süß]

Geschichtliches

1779 von Carl Wilhelm Scheele erstmals aus Olivenöl gewonnen

natürliche Vorkommen

**Grundbaustein aller Fette** [dabei ist je ein Glycerin-Molekül mit jeweils drei gleichen oder verschiedenen Fettsäuremolekülen verestert]

Eigenschaften

**farblose**, geruchlose **viskose** [dickflüssige] **Flüssigkeit**; gut **wasser-löslich**; mit Ethanol mischbar; **hygroskopisch**; süßlich schmeckend

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Strukturformel und Molekülmodell | Ein Bild, das Text, Objekt enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |  |

Strukturbeschreibung

kettenförmige Moleküle mit **drei Kohlenstoffatomen** und ausschließlich Einfachbindungen; **an jedem C-Atom je eine Hydroxygruppe** [siehe Endung **-triol** für 3 Hydroxygruppen im Molekül]

vereinfachte Strukturformel, Halbstrukturformel

CH2OH—CHOH—CH2OH

man kann die Hydroxygruppen durch Einfachbindungen getrennt auch nach unten schreiben [ähnlich wie bei der Strukturformel]

Summenformel

C3H8O3

Verwendung

als **Wasserbinder** in **Cremes** und Salben [auch feuchtigkeitsspendend]; **Lebensmittelzusatz** zur Feuchthaltung von Zigaretten-Tabak, Datteln und Kaugummi; als **Süßungsmittel**; als **Frostschutzmittel** [aus Erdöl gewonnenes gesundheitsschädliches Ethandiol ist aber billiger als das Naturprodukt Propantriol und wird so leider viel öfter als Frostschutz eingesetzt]; Schmierstoff, Weichmacher; zur Herstellung von Kunststoffen, Zahnpasta, Farbstoffen, Mikro-Chips; zur Produktion des Explosivstoffes Nitroglycerin [Hauptbestandteil des Dynamits] durch Veresterung mit Salpetersäure; als Nährmedium in Biogasanlagen; als Futtermittel[-zusatz]; in der Arzneimittelindustrie u.v.a.

Gewinnung

kann auf **Erdölbasis aus Propen** gewonnen werden oder auf **biologischer Basis durch Hydrolyse von Fetten**; zudem fällt es als **Nebenprodukt bei der Seifen-Herstellung** aus tierischen Fetten oder pflanzlichen Ölen an

Hexan-1,2,3,4,5,6-hexol

weitere Namen

Sorbit; Sorbitol; 1,2,3,4,5,6-Hexahydroxyhexan; 1,2,3,4,5,6-Hexanhexaol; 1,2,3,4,5,6-Hexanhexol; Hexanhexol

Systematik

**Zuckeralkohol** [süß schmeckender Alkohol, der als Zuckeraustauschstoff eigesetzt werden kann]

natürliche Vorkommen

in allen **Kernobstsorten** [Birnen, Äpfel, Pflaumen etc.], besonders viel in **Vogelbeeren** [in Früchten der Eberesche bis zu 12%]

Eigenschaften

weißer Feststoff, hygroskopisch, wasserlöslich, süß schmeckend

|  |  |
| --- | --- |
| Strukturformel |  |

Strukturbeschreibung

kettenförmige Moleküle mit **sechs Kohlenstoffatomen** und ausschließlich Einfachbindungen; **an allen C-Atomen jeweils eine Hydroxygruppe** [Endung **–hexol** für 6 Hydroxygruppen im Molekül]

vereinfachte Strukturformel, Halbstrukturformel

CH2OH—CHOH—CHOH—CHOH—CHOH—CH2OH oder
CH2OH—(CHOH)4—CH2OH

manchmal schreibt man die Hydroxygruppen durch Einfachbindungen getrennt nach unten wie bei der Strukturformel

Summenformel

C6H14O6

Verwendung

**Süßungsmittel** bzw. Zuckeraustauschstoff [weniger Kalorien als Zucker und für den Abbau wird kein Insulin benötigt – also gut für Diabetiker geeignet; Süßkraft ist aber nur etwa halb so hoch wie bei Zucker]; **Feuchthaltemittel** z.B. in Toast, Senf, Mayonnaise oder Ketchup, Zahncreme, Salben, Kosmetika; Zwischenprodukt bei der Herstellung von Ascorbinsäure [Vitamin C]

gesundheitliche Verträglichkeit

manche Menschen vertragen Zuckeraustauschstoff Sorbit nicht; übermäßiger Genuss verursacht Durchfall, Blähungen oder Bauchschmerzen; langfristige gesundheitliche Wirkung wenig erforscht – daher sind negative Folgen nicht ausgeschlossen; fördert Verlangen bzw. Sucht nach Süßem – gesundheitlich negative Folgen; verursacht kaum Karies

Regeln eines gesunden Ernährung

... findest du auf unserer speziellen Webseite bei eqiooki.de unter

<https://eqiooki.de/house/food.php>

Homologe Reihe der Alkanole

homologe Reihe

**Anordnung chemisch ähnlicher organischer Stoffe** nach steigender molarer Masse [steigender Anzahl der C-Atome]; Differenz zweier benachbarter Glieder beträgt 1 Kohlenstoff- und 2 Wasserstoffatome [Differenz "C1H2" ]

z.B. homologe Reihe der Alkane, der Alkene, der Alkanole oder der Alkansäuren

homologe Reihe der Alkanole

chemische Ähnlichkeit: organische Stoffe [bestehend aus den Elementen C, H und O] mit **einer endständigen Hydroxygruppe** im Molekül, Differenz zweier benachbarter Glieder "C1H2"

siehe CH3OH, C2H5OH, C3H7OH, C4H9OH, C5H11OH usw.

physikalische Eigenschaften der Stoffe

🠢 mit zunehmender Kettenlänge ändern sich die zwischenmolekularen Anziehungskräfte [**van-der-Waal-Bindungen** bzw. -kräfte]

Beispiele: mit **zunehmender Anzahl** der C-Atome **steigen** die Dichte, die Siede- und Schmelztemperatur, die Entzündungstemperatur; mit steigender Kettenlänge **nehmen** die Reaktionsgeschwindigkeit bei der Reaktion mit Natrium **ab**

chemische Eigenschaften der Stoffe

🠢 sind **gleich oder ähnlich** [Grund: gleiche/ähnliche Strukturmerkmale]

 Beispiele: alle Alkanole **verbrennen vollständig zu Kohlenstoffdioxid** **und Wasser**; alle Alkanole **reagieren mit Natrium** [o.a. Alkalimetallen] zu Natriumethanolat; Alkanole reagieren mit Säuren zu **Estern** und Wasser [**Veresterung** siehe unten]

Chemische Reaktionen von Alkoholen

Veresterung

chemische Reaktion von einer **Säure** mit einem **Alkohol** [**Substitution**; exotherm]; aus der OH-Gruppe in der Carboxygruppe der Säure und dem Wasserstoffatom der Hydroxygruppe des Alkohols entsteht dabei Wasser und der Rest des Alkohols verbindet sich über das verbliebene Sauerstoffatom mit dem Rest des Säuremoleküls *[dabei ist ein Katalysator nötig, z.B. Schwefelsäure oder Salzsäure]*

Kondensationsreaktion

Substitutionsreaktion, bei der sich 2 Moleküle unter Wasserabspaltung verbinden

Verseifung

Rückreaktion der Veresterung [endotherm] *[Katalysator Natronlauge günstig]*

Hydrolyse

Substitution; Umkehrung der Kondensationsreaktionen; Spaltung einer Verbindung durch Reaktion mit Wasser

chemisches Gleichgewicht

**Veresterung** und **Verseifung** sind umkehrbare Substitutionsreaktionen

*Angabe der Reaktionswärme erfolgt für die Hinreaktion [Rückreaktion gegenteilig]*

allgemeines Prinzip von Veresterung und Verseifung



Beispiel: Veresterung von Ethansäure mit Ethanol

**Ethansäure** + **Ethanol** ⇄  **Ethansäureethylester** [Ethylacetat] + **Wasser**
*exotherm*
CH3COOH + C2H5OH ⇄  CH3COOC2H5 + H2O ; *ΔH = –n kJ · mol –1*

Ester

zu den **Estern** gehören u.a. viele Fruchtaromastoffe, alle Wachse und Fette, sowie auch Nitroglycerin

Bildung von Alkanalen aus Alkanolen

durch Redoxreaktion primärer Alkohole mit Kupferoxid; Beispiel:

**Ethanol** + **Kupfer(II)-oxid** 🠢 **Ethanal** + **Kupfer** + **Wasser** ; *exotherm*
C2H5OH + CuO 🠢 CH3CHO + Cu + H2O ; *ΔH = –n kJ · mol –1*

*weitere bekannte Alkanale sind Formaldehyd (Methanal), Benzaldehyd (u.a. in Bittermandeln) und Zimtaldehyd (Aromastoff im Zimtöl)*

Hinweis: Alkanale kann man dann noch zu Alkansäuren oxidieren.

Bildung von Ketonen aus Alkanolen

z.B. durch Dehydrierung [Wasserstoffabspaltung] von sekundären Alkoholen mittels Katalysator; Beispiel:

**Propan-2-ol** 🠢 **Propanon** [Aceton] + **Wasserstoff** ; *endotherm*

CH3—CHOH—CH3 🠢 CH3—CO—CH3 + H2 ; *ΔH = +m kJ · mol –1*

In der Praxis reagiert der entstehende Wasserstoff mit Sauerstoff gleichzeitig weiter zu Wasser (Oxidehydrierung).

Reaktion von Alkanolen mit Alkalimetallen

Redoxeaktion z.B. mit Lithium, Kalium oder Natrium; Beispiel:

**Ethanol** + **Natrium** 🠢 **Natriumethanolat** + **Wasserstoff** *; exotherm*
2 C2H5OH + 2 Na 🠢 2 C2H5ONa + H2 ; *ΔH = – x kJ · mol –1*

Natriumethanolat nennt man auch Natriumethylat oder Natriumethoxid

*nicht verwechseln mit Natriumethanoat, dem Natriumsalz der Ethansäure*

Bildung von Essigsäure (Ethansäure)

Die **Vergärung von Ethanol zu Essigsäure** (Essiggärung) findet unter Sauerstoffanwesenheit und mittel Essigsäurebakterien statt:

C2H5OH + O2 🠢 CH3COOH + H2O *; exotherm*

*Schau unbedingt auch auf unserer* ***Seite Carbonsäuren*** *zu vielen weiteren Details nach:* [*https://eqiooki.de/chemistry/organicacids.php*](https://eqiooki.de/chemistry/organicacids.php)

Alkoholische Gärung

Reaktionsprinzip

mit Hilfe der **Enzyme von Hefepilzen** [also Bio-Katalysatoren] werden Kohlenhydrate [insbesondere Traubenzucker] unter Wärmeabgabe in Ethanol und Kohlenstoffdioxid umgewandelt

Grundreaktion der alkoholischen Gärung

*(vereinfachte Gesamtreaktion)*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *Enzyme* |  |  |  |  |
| **Glucose** [Traubenzucker] | 🠢 | **Ethanol** | + | **Kohlenstoffdioxid** | *; exotherm* |
| C6H12O6 | 🠢 | 2 C2H5OH | + | 2 CO2 | ; *ΔH = –a kJ · mol –1* |

Biokatalysatoren

Enzyme von Hefepilzen, z.B. Bäckerhefe, Weinhefe, Bierhefe

Alkoholgehalt

bei einem Ethanol-Gehalt von ca. 15% sterben die Hefepilze ab, so dass höherprozentiger Alkohol [z.B. Branntwein, Whiskey] durch anschließendes **Destillieren** erzeugt wird [der abdestillierte Alkohol wird bei einigen Spirituosen wie Whisky dann kürzer oder länger in Holzfässern **gelagert**, wodurch Farbe und Aroma beeinflusst werden]

Angabe des Alkoholgehalts

in **Volumenprozent**, abgekürzt **Vol.-%** oder **%Vol.** *(oft auch Vol%)*

*keine SI-Einheit*

Alkoholgehalt einiger Getränke

*durchschnittliche Angaben* ***in Vol.-%****; jeweils in Abhängigkeit von der Sorte*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Bier alkoholfrei | 0 – 0,5 | Bier (Vollbier) | 4,3 – 5,7 |
| Bockbier | 5 – 12 | Weißbier | 4,5 – 5,3 |
| Weißwein | 8 – 12 | Rotwein | 10 – 14,5 |
| Sekt, Champagner | 8 – 12,8 | Sherry, Portwein | 15 – 22 |
| Weinbrand | 36 – 45 | Rum | 37,5 – 80 |
| Liköre | 11 – 55 | Whisky (Whiskey)\* | 40 – 60 \*\* |

*\* im Amerikanischen Whiskey, im englischen Sprachgebrauch Whisky*

*\*\* bei der Reifung im Fass über 70 Vol.-% [anschließend oft Verdünnung]*

Ausgangsstoffe

* zur Gewinnung von Alkohol werden **Früchte** [z.B. Weintrauben, Äpfel] eingesetzt und daraus werden meist **Weine** erzeugt
* auch **Kartoffeln**, **Reis** o.a. **Getreide** werden vergoren [meist als alkoholhaltige Ausgangslösungen für die **Spirituosenherstellung**]

Bedeutung der alkoholischen Gärung

Herstellung alkoholischer Getränke [Bier, Wein], Bio-Alkohol für Kosmetika und Haushaltsreiniger, als vielseitig einsetzbares Lösungsmittel, "Bio-Treibstoff" aus Pflanzen bzw. Treibstoffzusatz zum Benzin [z.B. 5% in Super-Benzin und 10% in E10] u.v.a.

Pro und Contra: Alkohol als Treibstoff

*Die Gewinnung des so genannten "Bio"-Kraftstoffs erfolgt oft auf der Basis von Nutzpflanzen wie Mais o.a. Getreide. Angesichts der Tatsache, dass viele Menschen auf der Erde hungern. Zudem wird für die Ackerflächen der Biosprit-Pflanzen Regenwald abgeholzt. Daher ist die Nutzung dieser Kraftstoffe nicht wirklich so "Bio" und zu hinterfragen. Zudem entsteht auch bei der Verbrennung von Ethanol das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid – somit ist dies keine echte Alternative und keine Lösung für das Problem Klimawandel.*

*Auch hierzulande bauen Landwirte Mais für die Erzeugung von "Biokraftstoff" (z.B. Biodiesel) an. Monokulturen laugen die Böden aus und begünstigen das Aussterben von Arten. Im Gegenzug werden viele Lebensmittel, die wir hier benötigen, aus anderen Ländern importiert [Transporte produzieren weitere Klima-Killer-Gase]. All dies trägt zur Zerstörung der Umwelt bei. Einige der Kraftstoffe führen übrigens zum schnelleren Verschleiß von Mototeilen (z.B. Schläuchen) und zum höheren Kraftstoffverbrauch infolge schlechteren Wirkungsgrades. Daher ist der CO2-Ausstoß teilweise sogar größer als bei herkömmlichen Kraftstoffen.*

*Elektrofahrzeuge sind zwar wesentlich besser, als kraftstoffbetriebene Fahrzeuge. Aber wer weiß schon, ob der Strom zum Aufladen aus Kohle stammt. Zudem werden für die großen Akkus Unmenge an seltene Erden (z.B. mit Lithium) benötigt, wodurch ein regelrechter Raubbau an der Natur betrieben wird.*

Alternativen? Ja, z.B. Fahrzeuge mit **Brennstoffzellen** (die muss man nicht aufladen und sie geben nur Wasserdampf an die Umgebung ab). Leider ist die Technologie noch etwas teuer und die Auto- und die Mineralölkonzerne (die ja nur Profit machen wollen), steuern dagegen. **Solarzellen** gehen natürlich auch, aber leider ist die Fläche auf kleinen Fahrzeugen für Solarzellen begrenzt.

Branntwein und Jugendschutz

Branntwein, Steuern, Jugendschutz

Branntwein erhält man durch Destillieren alkoholhaltiger Flüssigkeiten (z.B. Wein 🠢 Weinbrand); enthält mehr als 15 Vol.-% Ethanol; unterliegt dann dem Steuergegenstand der **Branntweinsteuer**; laut §9 Jugendschutz-gesetz (sind branntweinhaltige Getränke (Weinbrand, Wodka, Whisky, Rum, Tequila, Gin, Liköre, Alkopops usw.) für Kinder und Jugendliche verboten – dürfen also erst mit 18 Jahren konsumiert werden

*andere alkoholische Getränke (d.h. ausschließlich durch Gärung erzeugt, wie Bier, Wein, Met, Schaumwein, Radler) sind ab 16 Jahren erlaubt*

Alkopops

sind Mischungen aus Branntweinen mit Limonaden, Säften o.ä. und deren Abgabe daher an Unter-18-Jährige verboten (§9 Jugendschutzgesetz)

da sie sehr süß schmecken und die Gefahr besteht, damit den Durst zu löschen (als wäre es Limonade), besteht eine besonders hohe Gefahr von Alkoholabhängigkeit

Vergällter Alkohol

Ethanol unterliegt in Deutschland der **Branntweinsteuer** – für technische Zwecke wird er vergällt [und somit ungenießbar], d.h. mit geringen Mengen anderer Substanzen versetzt [z.B. Methylethylketon, Cyclohexan; im 96%-igen Brennspiritus Denatoniumbenzoat]

Alkohol und Gesundheit

Wirkung von Ethanol auf den Organismus

Alkoholgenuss [Ethanol] führt vor allem zu ...

* **Eiweißgerinnung** [Denaturierung], bedingt letztlich das Absterben von Zellen und **schädigt besonders das Gehirn irreversibel** [d.h. nicht rückgängig zu machen]
* Leber-, Magen- und andere Organschäden bzw. Organversagen

*man hat zwar nachgewiesen, dass sich ein kleines Gläschen Rotwein positiv auf unsere Gesundheit wirkt, insbesondere Herz und Kreislauf [größere Mengen sind aber auf jeden Fall sehr schädlich] – allerdings sterben auch hier Nervenzellen ab und die Leber muss mehr leisten*

Gefahren des Alkoholmissbrauchs

sind u.a.

* körperliche Folgen [z.B. Gedächtnisprobleme, Hirnstörungen, Bluthochdruck u.a. Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Organversagen etc.]
* psychische Folgen [z.B. Angstzustände, Nervosität, psychische Krankheiten u.v.a.]
* soziale Folgen [z.B. Familienprobleme, Beziehungskonflikte, Gewalt, Arbeitslosigkeit etc.]
* Unfälle im Straßenverkehr, Arbeitsunfälle usw.

Blutalkoholgehalt

* wird in **Promille** (**‰**) angegeben (1‰ = 1 Tausendstel)
* 1 Liter Bier bewirkt beim Mann [60 kg schwer] nach 30 – 40 min einen Blutalkoholgehalt von 1‰, bei der Frau etwas weniger Bier
* 1‰bedeutet:1 mL reines Ethanol in 1000 mL [einem Liter] Blut

Stadien der Alkoholwirkung

*abhängig von Geschlecht, Alter, Köpergewicht, Körperfettanteil etc.*

|  |  |
| --- | --- |
| *Promille* | *Wirkung von Ethanol* |
| 0,3‰ | Redseligkeit, Selbstzufriedenheit, Wärmegefühl |
| 0,4‰ | Störungen von Hirnströmen |
| 0,8‰ | Versagen des Koordinationsvermögens |
| 1‰ | Rauschzustand, Enthemmung, Bewegungsstörungen |
| 1,5‰ | Verlust der Selbstkontrolle, Versagen der Pupillenadaptation |
| 2‰ | Orientierungslosigkeit, Angstzustände |
| 3‰ | Erinnerungslücken, Herz-Kreislauf-Störungen |
| 4‰ | Narkose, Bewusstlosigkeit, Atemstillstand |

Ethanolgehalt einiger Getränke

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Getränk* | *Vol.-% Ethanol* | *Volumen des Getränks pro Glas* | *reines Ethanol in einem Glas* |
| kleines Bier | 4,5 | 0,33 L | 16,5 mL (11,9 g) |
| großes Bier | 4,5 | 0,5 L | 20 mL (16 g) |
| Apfelwein | 5 | 0,25 L | 12,5 mL (10 g) |
| Wein | 10 – 12 | 0,1 L | 11,25 mL (9 g) |
| Eierlikör | 30 | 0,02 L (2 cL) | 6 mL (5 g) |
| Whisky | 42 | 0,02 L (2 cL) | 9 mL (7 g) |

Berechnen des Alkoholgehaltes

**Alkoholgehalt** in g = [**Menge** in mL **· Vol.-% · 0,8**] **: 100**

Blutalkoholspiegel

**Blutalkohol** in ‰ = **Alkoholmenge : Körperflüssigkeitsanteil**

wobei ...

Körperflüssigkeitsanteil **Mann** = Körpergewicht · 0,7
Körperflüssigkeitsanteil **Frau** = Körpergewicht · 0,6

Beispiel: Ein Mann mit 80 kg Körpergewicht hat nach Genuss einer Flasche Bier [0,5 L] rund 0,36‰ Blutalkohol, eine Frau mit 55 kg Gewicht bereits 0,6‰, wobei der Alkohol erst nach 30-45 min komplett ins Blut aufgenommen ist.

Alkoholabbau

in einer Stunde werden nur **0,1-0,2 ‰ abgebaut** [der Abbau eines kleinen Biers dauert 2-3 Stunden, abhängig von Geschlecht, Körpergewicht etc.]

Promillegrenze im Straßenverkehr in Deutschland

* **0,5‰** [allerdings wird man bei Unfällen auch darunter wegen Alkoholgenuss bestraft]
* ab 0,3 ist man relativ fahruntüchtig (bei Unfall oder Auffälligkeit drohen bereits **Fahrverbote**, **Punkte in Flensburg** und **Geldstrafen**, in schweren Fällen gar **Freiheitsstrafen**)
* über 0,5 Promille sind die Strafen noch drastischer, auch ohne Unfall (d.h. nur wenn man mit mehr als 0,5‰ erwischt wird)
* für **Fahranfänger** gilt in der 2-jährigen Probezeit 0‰ Alkohol
* das gilt **auch für Radfahrer**

Promillegrenzen im Straßenverkehr anderswo

* *0,5-‰-Grenze gilt u.a. auch in Griechenland, Frankreich, Finnland, Dänemark, Bulgarien, Belgien, Australien, Irland, Island, Italien, Spanien, Schweiz, Südafrika, Türkei, Kroatien*
* *in vielen Ländern gilt die 0-Promille-Regelung wie früher in der DDR, heute in Estland, Rumänien, Marokko, Ungarn, Ukraine, Tschechien etc.*
* *in anderen Ländern ist die 0,2-‰-Grenze gültig, z.B. in Schweden, Norwegen, Polen*
* *nur wenige Länder haben höhere Grenzen (z.B. Liechtenstein, Malta, USA und Großbritannien 0,8‰)*

Tödliche Ethanol-Dosis für Kleinkinder

7–17 g reiner Alkohol *[je nach Körperkonstitution; etwa 1 Glas Wein]*

Traurige Rekorde

in **Europa** liegt der Pro-Kopf-Konsum bei etwa 16 Litern Reinalkohol pro Jahr; in **Deutschland** trinkt man pro Kopf jährlich 137 Liter alkoholische Getränke [davon: 107 Liter Bier und 20 Liter Wein; 5,4 Liter Spirituosen]

Tipp zum Thema Alkoholmissbrauch

Schau einmal auf [kenn-dein-limit.info](https://www.kenn-dein-limit.info/)

Weltproduktion

jährlich werden weltweit über 36,6 Milliarden Liter [2005] reines Ethanol erzeugt, zu 90% in den USA und Brasilien; Deutschland produziert etwa 400 Millionen Liter pro Jahr Genussmittel-Alkohol und technisch genutzten Alkohol

Lexikon einiger Fachbegriffe

funktionelle Gruppe

Atomgruppe in organischen Molekülen, die die Stoffeigenschaften wesentlich bestimmt [z.B. Hydroxygruppe bei Alkoholen oder Carboxylgruppe bei Carbonsäuren]

Reaktionswärme

**exotherm** [Abgabe von Wärmeenergie] Δ**H = –n** kJ · mol –1 [bzw. **Q** **= –n** kJ · mol –1

**endotherm** [Aufnahme von Wärme] Δ**H = +n** kJ · mol –1 [bzw. **Q** **= +n** kJ · mol –1]

*oft mit* ***Q*** *statt ΔH angegeben (Q für Wärmemenge); Schreibweise der Einheit* ***kJ · mol–1*** *auch als* ***kJ/mol*** *möglich;* ***n*** *o.a. Buchstabe als Variable für beliebige Zahlenangabe Bei umkehrbaren Reaktionen gilt die Angabe für die Hinreaktion*[für die Rückreaktion dann das Gegenteil]!

umkehrbare Reaktion

Einstellung eines chemischen Gleichgewichts zwischen Hin- und Rückreaktion; gekennzeichnet mit einem Doppelpfeil ⇌

Volumenprozent

Vol.-% [Volumenanteil einer gelösten Flüssigkeit am Gesamtvolumen]

Promille (‰)

1 ‰ = 0,001 = 1 ⋅ 10–3 (also ein Tausendstel)

hygroskopisch

wasseranziehende Wirkung

hydrophil

wasserfreundlich

hydrophob

wasserfeindlich

lipophil

fettfreundlich

Isomere

Stoffe mit gleicher Summenformel, aber unterschiedlicher Struktur [z.B. Propan-2-ol ist Isomer des Propan-1-ols]; die Erscheinung nennt man Isomerie

Herbizide

Unkrautbekämpfungsmittel

Insektizide

Schädlingsbekämpfungsmittel

Ester

Reaktionsprodukt der Reaktion einer Säure mit einem Alkohol

Substitution, Substitutionsreaktion

organisch-chemische Reaktionsart, bei der zwischen den Teilchen der Ausgangsstoffe Atome oder Atomgruppen ausgetauscht werden

Kondensation

[im chemischen Sinne] Substitution, bei der einfach gebaute anorganische Moleküle [z.B. Wasser] als Nebenprodukt entstehen

Veresterung

Kondensation [Substitution], bei der aus Alkohol und Säure ein Ester und Wasser entstehen

Hydrolyse

Substitution, bei der ein organischer Stoff mit Wasser reagiert

Verseifung

Hydrolyse eines Esters, wobei Säure und Alkohol entstehen

Additionsreaktion

kurz Addition; organisch-chemische Reaktionsart, bei der man Atome oder Atomgruppen an Mehrfachbindungen angelagert [die dadurch aufgespalten werden]

Hydrierung

Addition von Wasserstoff

Eliminierung

organisch-chemische Reaktionsart, bei Atome oder Atomgruppen abgespalten werden [mindestens ein Reaktionsprodukt hat dadurch Mehrfachbindungen]

Dehydrierung

Eliminierung von Wasserstoff

Aggregatzustände in Reaktionsgleichungen

(g) gasförmig [gaseous], (l) flüssig [liquid], (s) fest [solid]; (aq) wässrige Lösung

Quellenangaben und Hinweise

Die Inhalte dieser Webseite wurden urheberrechtlich durch den Autor zusammengestellt und eigenes Wissen sowie Erfahrungen genutzt. Bilder und Grafiken sind ausschließlich selbst angefertigt.

Für die Gestaltung dieser Internetseite verwendeten wir zur Information, fachlichen Absicherung sowie Prüfung unserer Inhalte auch verschiedene Seiten folgender Internetangebote: **wikipedia.de**, **schuelerlexikon.de**, **seilnacht.com**; darüber hinaus die **Schroedel-Lehrbücher Chemie heute SI** sowie **SII** [Ausgaben 2004 bzw. 1998 für Sachsen] und das Nachschlagewerk Duden Basiswissen Chemie [Ausgabe 2010]. Zitate oder Kopien erfolgten nicht.

3D-Molekülmodelle wurden mit dem MolView Open-Source Project [**molview.org**] erzeugt.

Dieses Skript wurde speziell auf dem Niveau der **Sekundarstufe I** erstellt.