

# SCHOOL-SCOUT.DE

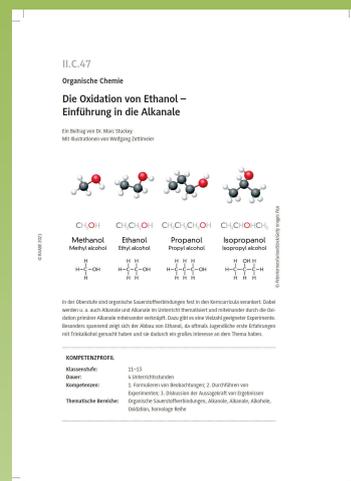
Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Einführung in die Alkanale - organische Chemie*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



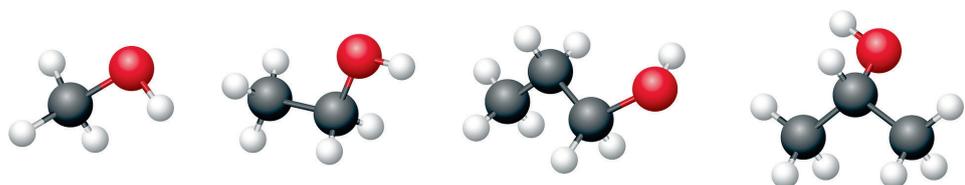
## II.C.47

### Organische Chemie

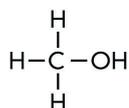
# Die Oxidation von Ethanol – Einführung in die Alkanale

Ein Beitrag von Dr. Marc Stuckey

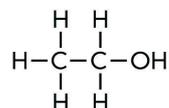
Mit Illustrationen von Wolfgang Zettlmeier



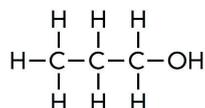
**Methanol**  
Methyl alcohol



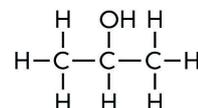
**Ethanol**  
Ethyl alcohol



**Propanol**  
Propyl alcohol



**Isopropanol**  
Isopropyl alcohol



In der Oberstufe sind organische Sauerstoffverbindungen fest in den Kerncurricula verankert. Dabei werden u. a. auch Alkanole und Alkanale im Unterricht thematisiert und miteinander durch die Oxidation primärer Alkanole miteinander verknüpft. Dazu gibt es eine Vielzahl geeigneter Experimente. Besonders spannend zeigt sich der Abbau von Ethanol, da oftmals Jugendliche erste Erfahrungen mit Trinkalkohol gemacht haben und sie dadurch ein großes Interesse an dem Thema haben.

---

#### KOMPETENZPROFIL

**Klassenstufe:** 11–13

**Dauer:** 4 Unterrichtsstunden

**Kompetenzen:** 1. Formulieren von Beobachtungen; 2. Durchführen von Experimenten; 3. Diskussion der Aussagekraft von Ergebnissen

**Thematische Bereiche:** Organische Sauerstoffverbindungen, Alkanole, Alkanale, Alkohole, Oxidation, homologe Reihe

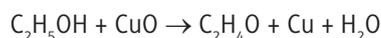
---

## Hintergrundinformationen

Voraussetzung für die Durchführung dieses Unterrichtsvorschlags ist, dass die Schüler bereits die alkoholische Gärung erarbeitet haben und die Strukturformel von Ethanol kennen. Dabei sollen die Schüler auch die funktionelle Gruppe von Alkoholen, die Hydroxy- bzw. OH-Gruppe, benennen können. Die Schüler sollten zudem in der Arbeit mit dem Molekülbaukasten geübt sein.

In diesem Unterrichtsmodul wird der „Abbau“ von Ethanol zu Ethanal thematisiert und somit zur Stoffklasse der Alkanale hingeleitet. Ausgehend von einem Demonstrationsexperiment sollen sich die Schüler die Reaktionsgleichung erschließen, die Strukturformel von Ethanal darstellen und die funktionelle Gruppe erkennen. Die Schüler vergleichen experimentell, dass sich primäre und sekundäre Alkanole weiter oxidieren und sich die Produkte (Alkanale und Alkanone) durch die Fehlingprobe unterscheiden lassen. Zudem erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler, dass die Oxidation tertiärer Alkanole nicht möglich ist. Im Anschluss an dieses Modul kann der Reaktionstyp von Kupfer(II)-oxid und Ethanol thematisiert werden, sodass Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen begründet werden. Hierzu werden die Teilgleichungen (Reduktion und Oxidation) aufgestellt und die Oxidationszahlen werden eingeführt.

Wichtige organische Sauerstoffverbindungen sind die Alkanole (gehören zur Gruppe der Alkohole). Sie sind gekennzeichnet durch ihre funktionelle Gruppe, der Hydroxygruppe oder auch OH-Gruppe (Vollhardt, 1990). Eines der bekanntesten Alkanole ist das Ethanol, was in der belebten Natur in einem größeren Umfang vorkommt. Ethanol ist ein primäres Alkanol. Werden primäre Alkanole oxidiert, entstehen Alkanale (Dickerson & Geis, 1990; Vollhardt, 1990). So reagieren beispielsweise Ethanol und Kupfer(II)-oxid zu Ethanal, Kupfer und Wasser:



Alkanale sind ebenfalls eine wichtige Stoffgruppe der organischen Sauerstoffverbindungen. Ihre charakteristische Gruppe ist die Carbonyl-Gruppe (CO-Doppelbindung), die mit mindestens einem Wasserstoffatom verknüpft ist (Mortimer, 2003). Häufig wird die charakteristische Gruppe (Aldehydgruppe) mit R-CHO dargestellt (Dickerson & Geis, 1990). Benannt werden Alkanale nach den zugrunde liegenden Kohlenwasserstoffen (Alkan) und der Endigung -al (Vollhardt, 1990).

Im menschlichen Körper sorgt die Alkoholdehydrogenase für die Bildung von Ethanal in der Leber (Horn et al., 2005). Dieser Vorgang ist relativ komplex und wird daher an dieser Stelle nur sehr kurz erwähnt. Ethanol wird nicht direkt im Körper gespeichert, sondern abgebaut. Einige Produkte werden dann wiederum eingelagert. In der Leber sorgt die Alkoholdehydrogenase für die Oxidation des Ethanols zum Ethanal, wobei  $\text{NAD}^+$  als Coenzym benötigt wird. Im zweiten Schritt wird das Ethanal durch die Aldehyddehydrogenase und  $\text{NAD}^+$  zu Essigsäure bzw. Acetat weiteroxidiert (Stryer, 1991; Horn et al., 2005). Fächerübergriffe lassen sich in diesem Unterrichtsmodul stets herstellen, wie z. B. zur Biologie und der anaeroben Atmung.

## Hinweise zur Methodik und Didaktik

Mit dem Begriff „Alkohol“ assoziieren die meisten Schülerinnen und Schüler den Trinkalkohol, auch besser bekannt als Ethanol. Die Wirkung von Alkohol kennen ebenfalls viele Schüler. Wahrscheinlich sind sie damit bereits in Kontakt gekommen und ggf. kennen sie auch den sog. „Kater“. Dass der Trinkalkohol den Körper schädigen kann, wissen die Jugendlichen. Der Abbau von Ethanol ist den Schülern jedoch zumeist nicht klar.

Studien haben gezeigt, dass die meisten Schüler das Thema „Alkohol und seine Wirkung“ sehr interessiert (Elster, 2007; Holstermann & Bögeholz, 2007). Bereits im Alter von 16 Jahren dürfen Jugendliche legal alkoholische Getränke (Ausnahme: Spirituosen) kaufen und verzehren. Dass inzwischen der Konsum von Trinkalkohol bei Jugendlichen allgemein immer extremere Formen annimmt, zeigen Studien über das gefährliche Rauschtrinken, mit dem sich auch verstärkt politisch und gesellschaftlich auseinandergesetzt wird. Zwar geht der Alkoholkonsum und auch das Rauschtrinken insgesamt zurück (Orth & Merkel, 2020), aber jährlich werden noch immer weit über 10.000 Jugendliche im Alter zwischen 10 und 17 Jahren mit einer Alkoholvergiftung stationär im Krankenhaus behandelt, was mit hohen Kosten für das von der Gesellschaft getragene Gesundheitssystem verbunden ist. Fast 10 % der 12- bis 17-jährigen Jugendlichen trinken mindestens einmal pro Woche Alkohol (Orth & Merkel, 2020). Aufgrund der Gefährdung Jugendlicher durch Alkohol und den Missbrauch des „Genussmittels“ hat die Schule eine wichtige Funktion zur Aufklärung über Risiken und Wirkungen, denn in der Bundesrepublik trinken inzwischen fast zehn Millionen Bürger Alkohol in riskanter Form (Orth & Merkel, 2020). Langfristige Folgen durch einen zu hohen Alkoholkonsum spiegeln sich beispielsweise in Hirn- und Leberschädigungen wider (Seitz & Kommerell, 1990). Fachliche Kenntnisse können dazu verhelfen, dass Schüler ihren Alkoholkonsum besser reflektieren und positiv verändern (Niedersächsisches Kerncurriculum, 2017; Orth & Merkel, 2020).

Dieses Unterrichtsmodul lässt sich über das Kerncurriculum legitimieren, in dem die Oxidation von Ethanol als thematische Erweiterung vorgeschlagen wird (Niedersächsisches Kerncurriculum, 2017). Wichtige Bereiche des Stoff-Teilchen-Konzepts und der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen werden in diesem Modul aufgegriffen und abgedeckt. Zudem stellen Alkanole eine wichtige Stoffgruppe der organischen Sauerstoffverbindungen dar, die in Jahrgang 12 und 13 behandelt werden müssen (Niedersächsisches Kultusministerium, 2017). Das Aufgreifen der Reaktion von Kupfer(II)-oxid und Ethanol dient auch dazu, um im Anschluss an dieses Modul anhand der aufgestellten Reaktionsgleichungen Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen und daran anknüpfend Oxidationszahlen zu thematisieren (Niedersächsisches Kultusministerium, 2017). Der kognitive Anspruch ist für Lerngruppen in Jahrgang 11, 12 oder auch 13 keinesfalls zu unterschätzen.

Der Einstieg in dieses Modul erfolgt durch einen authentischen Internetartikel. Dabei wird der Alkoholabbau (vereinfacht) räumlich auf die Leber reduziert, da hier der Großteil des Alkoholmetabolismus erfolgt (Sucht Schweiz, 2011; Niedersächsisches Kerncurriculum, 2017). Auf Basis des Artikels, der zunächst zusammengefasst werden soll, sollen die Schülerinnen und Schüler die Fragestellung ableiten. Die Lehrperson moderiert in ein Demonstrationsexperiment über, da das toxische Reaktionsprodukt, was im Einstiegsartikel erwähnt wird, sich nicht im Chemieunterricht über den menschlichen Körper nachweisen lässt.

Es folgt ein Lehrer-Demonstrationsexperiment als Modellversuch, das sich an Franck (1979), Jakob und Hoffmann (1975) und Lissautzki et al. (1983) anlehnt und bei dem Ethanol über erhitztes Kupfer(II)-oxid geleitet wird, das dann zu Kupfer reduziert wird und entstehendes Wasser in einer Kühlfalle aufgefangen und mit wasserfreiem Kupfersulfat nachgewiesen wird. Zugleich wird Ethanol in eine Waschflasche geleitet und dort aus Sicherheitsaspekten in Wasser gelöst. Das Demonstrationsexperiment muss vor Unterrichtsbeginn aufgebaut werden. Den Aufbau finden Sie unter den Lösungen von **Aufgabe 1** in **M 2** (Seite 9).

Die Schüler sollten gemäß den Ausführungen angestellten Beobachtungen selbstständig Hypothesen generieren und daraus Vorschläge zur Problemlösung ableiten können. Der zentrale Problempunkt liegt folgend in der Aufstellung einer Reaktionsgleichung für das Demonstrationsexperiment und der Entwicklung der Molekülstruktur des unbekanntes Reaktionsproduktes. Durch die Beobachtungen bekommen die Schüler aber bereits eine Idee, welche Produkte entstehen (Kupfer und Wasser), und müssen dann aus den übrigen Atomen ein weiteres Produkt ermitteln. Die Auswertung der Versuchsbeobachtungen ist in Form eines Analyseberichts zusammen mit der Beschreibung des Demonstrationsexperimentes anzufertigen, wodurch das Aufstellen der Reaktionsgleichung und das Bauen der Molekülstruktur (von Ethanol) für die Schüler machbar werden. Ein Hinweis auf dem Arbeitsblatt führt die Molekülmasse auf, worüber sich die Schüler die genaue atomare Zusammensetzung des Produktes noch besser herleiten können. Der Molekülbaukasten liefert den Schülerinnen und Schülern eine Lernunterstützung und gleichzeitig eine Präsentationsoption. Die Benennung des neuen Stoffes erfolgt durch die Lehrperson oder die Schülerinnen und Schüler können in der Formelsammlung recherchieren. Es schließt ein Rückbezug zu den Hypothesen an, um den Lernprozess abzurunden (Schmidkunz & Lindemann, 2008). Fächerübergreifend lassen sich vertiefend (ggf. als Hausaufgabe) das Demonstrationsexperiment und die Abläufe im Körper aufgreifen und vergleichen.

Die Oxidation eines primären und sekundären Alkanols üben die Schülerinnen und Schüler experimentell. Dass eine Oxidation tertiärer Alkanole nicht möglich ist, erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler theoretisch. Eine Unterscheidung von Alkanolen und Alkanonen ist durch die Fehlingprobe möglich (Niedersächsisches Kerncurriculum, 2017), die die Schülerinnen und Schüler ebenfalls praktisch durchführen und auswerten.

Abschließend vertieft dieses Modul die Alkanole im Hinblick auf die Molekülstruktur und sich daraus ableitende Moleküleigenschaften. Die Schülerinnen und Schüler wenden ihre Kenntnis zu zwischenmolekularen Wechselwirkungen an, u. a. durch den Vergleich der unterschiedlichen Siedetemperaturen von Alkanolen und Alkanolen.

### Durchführung

Vor dem Unterrichtsbeginn sollte das Lehrerdemonstrationsexperiment im Abzug aufgebaut werden. Der Aufbau ist in **M 2** gezeigt.

Um das Vorwissen zu aktivieren und die Lernenden die Fragestellung der Stunde formulieren zu lassen, dient der **Internetartikel M 1** als Impuls. Der Text soll zusammengefasst werden. Durch den Einstiegstext wird der Fokus schnell auf das Stundenthema gelenkt. Der Text ist inhaltlich gut verständlich und setzt zügig den Fokus auf die Herleitung der Fragestellung. Die Schülerinnen und Schüler können zusätzliche (Vor-)Kenntnisse mit einbringen.

Eine Untersuchung des Abbaus von Ethanol im menschlichen Körper ist nicht möglich. Daher wird ein Modellexperiment hinzugezogen, sodass die Schülerinnen und Schüler den Ethanolabbau nachempfinden können. In **M 2** wird der Versuchsaufbau gezeigt. Die Schülerinnen und Schüler beschriften und beschreiben den Versuchsaufbau zunächst mündlich, sollen dann in **M 3** diesen auch schriftlich festhalten. Die Lernenden werden mit einem stark vereinfachten Körpermodell eines Menschen konfrontiert. Hierbei sollen sie kritisch Bezüge zwischen dem Demonstrationsexperiment und dem eigentlichen Ablauf im menschlichen Körper ziehen. Alternativ wird dieser kritische Vergleich als Hausaufgabe aufgegeben. In **M 4** zeigt sich die Durchführung des Demonstrationsexperimentes, hierbei sollen die Schülerinnen und Schüler genau beobachten. Es bietet sich an, die Stelle mit dem Kupfer(II)-oxid über eine Dokumentenkamera an die Tafel zu projizieren. Alternativ können die Schülerinnen und Schüler sich um den Abzug stellen. Wichtig ist, dass die Jugendlichen das Quarzrohr sehen, in dem sich das schwarze Kupfer(II)-oxid befindet. Zudem sollten sie sehen, dass das U-Rohr trocken ist. Die Beobachtungen werden auf **M 4** notiert. Durch die Beobachtungen kann

bereits ein Teil der Reaktionsgleichung formuliert werden. Die genaue Zusammensetzung des unbekanntes Stoffes erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler mithilfe des Molekülbaukastens in **M 5**. In **M 6** arbeiten die Schülerinnen und Schüler experimentell und oxidieren 1-Propanol (primäres Alkanol) und 2-Propanol (sekundäres Alkanol). Interessant ist, dass keine Unterscheidung zunächst zu beobachten ist. Dies wird erst durch **M 7** und die Fehlingprobe möglich. Bei dem Versuch wird durch die Farbänderung deutlich, dass sich Alkanale (bzw. Aldehyd-Gruppen) weiter oxidieren lassen. Alkanone lassen sich hingegen nicht weiter oxidieren, weswegen die Schülerinnen und Schüler hier auch keine Farbänderung wahrnehmen. **M 8** greift dann noch wichtige Aspekte zu den zwischenmolekularen Wechselwirkungen auf. Erfahrungsgemäß lohnt es sich immer wieder, diese mit den Schülerinnen und Schülern zu wiederholen und einzuüben.

### Literatur

- ▶ **Asselborn, W., Jäckel, M. & Risch, K. T.** (2009). *Chemie heute – Sekundarstufe II. Gesamtband*. Braunschweig: Schroedel.
- ▶ **Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung** (2015). *KlarSicht: Klar sehen – nichts vernebeln*. Erhältlich unter: <https://www.klarsicht.bzga.de/> (letzter Zugriff: 01.10.2020)
- ▶ **Dickerson, R. E. & Geis, I.** (1990). *Chemie – eine lebendige und anschauliche Einführung*. 3. Nachdruck. Weinheim: VCH.
- ▶ **Orth, B. & Merkel, C.** (2020). *Die Drogenaffinität Jugendlicher in der Bundesrepublik Deutschland 2019. Rauchen, Alkoholkonsum und Konsum illegaler Drogen: aktuelle Verbreitung und Trends*. BZgA-Forschungsbericht. Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung.
- ▶ **Franck, W.** (1979). *Lehrbuch der Chemie*. 7. Auflage. Stuttgart: Klett.
- ▶ **Holstermann, N. & Bögeholz, S.** (2007). *Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I*. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, S. 71–86.
- ▶ **Horn, F., Moc, I., Schneider, N., Grillhösl, C., Berghold, S. & Lindenmeier, G.** (2005). *Biochemie des Menschen – Das Lehrbuch für das Medizinstudium*. 3. Auflage. Stuttgart: Thieme.
- ▶ **Jakob, O. & Hoffmann, W.** (1975). *Organische Chemie*. 1. Auflage. Bamberg: C. C. Buchner.
- ▶ **Koch, J. & Scheffel, G.** (1957). *Die Bestimmung der Gesamtsäure in Fruchtsäften und -weinen*. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -forschung* 106, S. 119–122.
- ▶ **Kulturministerkonferenz** (2005): *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz – Erläuterungen zur Konzeption und Entwicklung*. Beschluss vom 16.12.2004. München: Luchterhand.
- ▶ **Lissautzki, D., Ohlmer, K.-D., Stück, R. & Zerger, D.** (1983). *Einführung in die Organische Chemie*. Band 1. 2. Auflage. Frankfurt a. M., Berlin, München: Diesterweg.
- ▶ **Mortimer, C. E.** (2003): *Das Basiswissen der Chemie*. 8. Auflage, Stuttgart: Georg Thieme.
- ▶ **Niedersächsisches Kultusministerium** (2017). *Kerncurriculum für das Gymnasium, gymnasiale Oberstufe – Chemie*. Erhältlich unter: [http://db2.nibis.de/1db/cuvo/datei/kc\\_chemie\\_go\\_i\\_2017.pdf](http://db2.nibis.de/1db/cuvo/datei/kc_chemie_go_i_2017.pdf) (letzter Zugriff: 08.09.2020)
- ▶ **Schmidkunz, H. & Lindemann, H.** (2003). *Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren*. Reihe: *Didaktik, Naturwissenschaften* Band 2. Hohenwarsleben: Westarp.
- ▶ **Seitz, H. K. & Kommerell, B.** (1990). *Alkoholismus als häufigste Ursache für Mangelernährung*. *Deutsches Ärzteblatt*, 87(9). S. 676–678.
- ▶ **Stryer, L.** (1991). *Biochemie*. Heidelberg, Berlin, New York: Spektrum.
- ▶ **Sucht Schweiz** (2011). *Alkohol im Körper – Wirkung und Abbau*. Heft 2. Lausanne: Bildung und Gesundheit Netzwerk. Erhältlich unter: [http://www.suchtschweiz.ch/fileadmin/user\\_upload/Do-Upload/alkohol\\_koerper.pdf](http://www.suchtschweiz.ch/fileadmin/user_upload/Do-Upload/alkohol_koerper.pdf) (letzter Zugriff: 12.02.2021)
- ▶ **Vollhardt, K. P. C.** (1990). *Organische Chemie*. 1. korrigierter Nachdruck. Weinheim: VCH.

## Auf einen Blick

Lv = Lehrerversuch Sv = Schülerversuch Fo = Folie Ab = Arbeitsblatt

### 1./2. Stunde

**Thema:** Einstieg in das Thema Oxidation von Ethanol

- M 1** (Fo) **Internetartikel zu „Wein und seine Folgen“**  
**M 2** (Fo) **Versuchsaufbau Reaktion von Ethanol mit Kupfer(II)-oxid**  
**M 3** (Ab) **Reaktion von Ethanol mit Kupfer(II)-oxid**  
**M 4** (Lv) **Die Suche nach dem unbekanntem Stoff**

#### Die Suche nach dem unbekanntem Stoff

**Dauer:** Vorbereitung: 15 min Durchführung: 15 min

- Chemikalien:**  Ethanol   Wasserfreies Kupfersulfat   
 Kupfer(II)-oxid 
- Geräte:**  2 Bechergläser  Heizplatte  
 Schutzbrille  Gaswaschflasche  
 Stativmaterial  Gasbrenner  
 Blasebalg  Reagenzglas  
 U-Rohr

- M 5** (Ab) **Analyse: Reaktionsprodukte der Reaktion von Ethanol mit Kupfer(II)-oxid**

### 3./4. Stunde

**Thema:** Nachweis von Aldehyden

- M 6** (Sv) **Reaktion von 1-Propanol/2-Propanol mit Kupfer(II)-oxid**

#### Reaktion von 1-Propanol/2-Propanol mit Kupfer(II)-oxid

**Dauer:** Vorbereitung: 10 min Durchführung: 15 min

- Chemikalien:**  1-Propanol   2-Propanol   
 Kupferblech
- Geräte:**  Gasbrenner  Tiegelzange  
 Schutzbrille  2 Bechergläser (100 ml)

- M 7** (Sv) **Fehlingprobe**

#### Fehlingprobe

**Dauer:** Vorbereitung: 5 min Durchführung: 15 min

- Chemikalien:**  Fehling I   Propanal   
 Fehling II   2-Propanon 
- Geräte:**  Schutzbrille  2 Reagenzgläser  
 2 Bechergläser (100 ml)  Heizplatte

- M 8** (Ab) **Vom Alkanol zum Alkanal**



Die GBUs finden Sie auf der CD 75.



Die GBUs finden Sie auf der CD 75.



Die GBUs finden Sie auf der CD 75.

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Einführung in die Alkanale - organische Chemie*

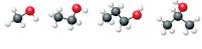
Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



IL.C.47  
Organische Chemie  
**Die Oxidation von Ethanol –  
Einführung in die Alkanale**

Die Beiliegel von Dr. Marc Stöckig  
Mit Nacharbeiten von Wolfgang Ostrowski



<chem>CH3OH</chem> Methanol Methyl alcohol	<chem>CH3CH2OH</chem> Ethanol Ethyl alcohol	<chem>CH3CH2CH2OH</chem> Propanol Propyl alcohol	<chem>CH3CH(OH)CH3</chem> Isopropanol Isopropyl alcohol
			

In der Oberstufe sind organische Sauerstoffverbindungen fast in den Vordergrund gerückt. Dabei werden in auch Alkanale und Alkanone im Zusammenhang mit heteroatomaren Ketten der so-  
dellen primären Alkanale miteinander verglichen. Dazu gibt es eine Vielzahl geeigneter Experimente.  
Besonders spannend sind die Alkanale und Alkanone, die durch Lagerung von Ethanol  
mit Ethylalkohol gewonnen haben und im Ausdruck ein großes Interesse an dieser Thematik haben.

**KOMPETENZFRAGEN:**  
Klassenstufe: 11–13  
Bauer: 4. Semester  
Kompetenzen: 1. Erkennen von Isobutylaldehyd, 2. Darstellen von  
Experimenten, 3. Erläutern der wichtigsten Eigenschaften  
Thematische Bereiche: Organische Sauerstoffverbindungen, Alkanale, Alkanone, Aldehyde,  
Oxidation, Sauerstoff