

Thema: Alkohole Gärung, Oxidation, Begriffe, Summenformel

1. Ergänze folgende Tabelle zur Bierherstellung (8 Punkte)

Benenne die Arbeitsschritte und beschreibe sie stichpunktartig:

Arbeitsschritt	Beschreibung
1. Mälzen	
2. Maischen	
3. Gären	
4. Reifen & Abfüllen	

2. Alkoholische Gärung (4 Punkte)

Formuliere die Reaktionsgleichung der alkoholischen Gärung von Glucose durch Hefen. (Hinweis: Produkte sind Ethanol und Kohlenstoffdioxid)

3. Strukturformel & funktionelle Gruppe (4 Punkte)

Zeichne die Strukturformel von **n-Butanol**, markiere die funktionelle Gruppe, und benenne diese.

4. Reaktion von Ethanol mit Natrium (8 Punkte)

- Formuliere die Reaktionsgleichung.
- Wie heißt das entstehende Salz?
- Benenne die Reaktionsart.
- Welche Beobachtungen macht man bei dieser Reaktion?

5. Oxidation von Alkoholen (7 Punkte)

- Was entsteht bei der Oxidation eines primären Alkohols?
- Formuliere die Reaktion von Ethanol mit Kupfer(II)-oxid (Erhitzen notwendig).
- Welche Beobachtungen?
- Warum entsteht bei tertiären Alkoholen kein Produkt?

6. Begriffe definieren (6 Punkte)

Definiere:

- **Primärer Alkohol**
- **Tertiärer Alkohol**
- **Zweiwertiger Alkohol**
→ Gib jeweils **ein Beispiel** (Name + Strukturformel)

7. Ergänze die folgende Tabelle (15 Punkte)

Name der Verbindung	Summenformel	Strukturformel (skizziert)	Einordnung (primär, sekundär, tertiär)
Propan-1-ol			
2-Butanol			
2-Methylpropan-2-ol			
1,2-Ethandiol (Glycol)			
2-Methylbutan-1-ol			

8. Ethanol und der menschliche Körper (6 Punkte)

Beschreibe stichpunktartig **mindestens 3 gesundheitsschädliche Wirkungen** von Ethanol. (Hinweise: Leber, Nervensystem, Reaktionsfähigkeit...)

9. Multiple-Choice – Eigenschaften von Alkoholen (4 Punkte)

Welche Aussagen sind richtig? (Mehrfachantwort möglich)

- A) Alkohole lösen sich gut in Wasser, wenn sie eine kurze C-Kette haben.
- B) Die OH-Gruppe macht Alkohole basisch.
- C) Tertiäre Alkohole lassen sich leicht zu Aldehyden oxidieren.
- D) Alkohole haben höhere Siedepunkte als Alkane ähnlicher Größe.

10. Bonusfrage (4 Punkte)

Warum ist Methanol gefährlich, obwohl es chemisch dem Ethanol ähnlich ist?

Was passiert im Körper bei Methanolvergiftung?

ERWARTUNGSHORIZONT

1. Tabelle zur Bierherstellung ergänzen (8 Punkte)

Erwartet wird je **1 Punkt für Arbeitsschritt**, **1 Punkt für fachlich korrekte Beschreibung**.

Arbeitsschritt	Erwartete Beschreibung (Stichpunkte)
1. Mälzen	Gerste wird befeuchtet → Keimprozess beginnt. Enzyme entstehen (Amylasen). Stärke wird teilweise in Zucker umgewandelt ("Verzuckerung"). Danach Trocknung zur Unterbrechung des Keimens.
2. Maischen	Vermischen des geschroteten Malzes mit warmem Wasser. Enzyme bauen Stärke vollständig zu Malzzucker (Maltose, Glucose) ab. Temperaturstufen fördern enzymatische Reaktionen. Es entsteht die „Würze“.
3. Gären	Hefe wird zugegeben. Sie vergärt Glucose zu Ethanol und CO₂ . Alkohol und Kohlensäure entstehen. Temperaturkontrolle wichtig (obere/untere Gärung).
4. Reifen & Abfüllen	Nachgärung zur CO ₂ -Bildung, Klärung, Reifung → Geschmack entwickelt sich. Anschließend Filtration und Abfüllung in Flaschen/Fässer.

Bewertung: 4×2 Punkte = **8 Punkte**

2. Alkoholische Gärung – Reaktionsgleichung (4 Punkte)

Erwartete Gleichung: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{CO}_2$
oder ausgeschrieben: **Glucose → Ethanol + Kohlenstoffdioxid**
Punkte:

- korrekte Summenformel Glucose (1 BE)
- richtige Produkte (1 BE)
- richtige stöchiometrische Koeffizienten (2 BE)

4 Punkte

3. Strukturformel n-Butanol + funktionelle Gruppe (4 Punkte)

Erwartete Strukturformel (Lewis oder Skelett): $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--OH}$
Markierung der funktionellen Gruppe: **–OH** (Hydroxylgruppe)
Benennung: „Hydroxylgruppe“, „funktionelle Gruppe der Alkohole“, „Alkanol“.
Punkte:

- korrekte Strukturformel (2 BE)
- Markierung der OH-Gruppe (1 BE)
- richtige Benennung (1 BE)

4 Punkte

4. Reaktion von Ethanol mit Natrium (8 Punkte)

a) Reaktionsgleichung (2 BE)

$2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{Na} \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-\text{Na}^+ + \text{H}_2\uparrow$ oder vereinfacht:
2 Ethanol + 2 Natrium → 2 Natriumethanolat + Wasserstoff

b) Name des Salzes (1 BE)

→ **Natriumethanolat** (oder Natriumethylat).

c) Reaktionsart (2 BE)

Erwartet:

- **Säure-Base-Reaktion** (Ethanol gibt ein Proton ab → bildet Alkoxid)
- genauer: **Protolyse, Redox spielt keine Rolle**

d) Beobachtungen (3 BE)

Mögliche Stichpunkte:

- Natrium löst sich unter Bläschenbildung (H₂) auf
- es entsteht Wärme (exotherm)
- farblose Lösung
- evtl. leichte Bewegung des Na-Stücks („Natriumtanz“)

Gesamt: 8 Punkte

5. Oxidation von Alkoholen (7 Punkte)

a) Was entsteht bei der Oxidation eines primären Alkohols? (1 BE)

→ **Aldehyd** (bei schwacher Oxidation)

→ **Carbonsäure** (bei stärkerer Oxidation) Erwartet wird mindestens: **Aldehyd**.

b) Reaktion Ethanol + Kupfer(II)-oxid (2 BE)



Ethanol + Kupfer(II)-oxid → Acetaldehyd + Kupfer + Wasser

c) Beobachtungen (2 BE)

- schwarzes CuO wird zu **rotbraunem Kupfer reduziert**
- typischer Aldehyd-Geruch (stechend, fruchtig)
- bei Erwärmung: leichter Alkoholgeruch verschwindet

d) Warum entsteht bei tertiären Alkoholen kein Oxidationsprodukt? (2 BE)

Erwartet:

- am OH-tragenden C-Atom gibt es **kein H-Atom**, das für die Oxidation entfernt werden kann
- Oxidation würde Bindungsbruch des Moleküls erfordern → **unter normalen Bedingungen nicht möglich**

6. Begriffe definieren + Beispiel (6 Punkte)

Jede Definition + ein Beispiel = 2 BE.

a) Primärer Alkohol (Definition + Beispiel)

Definition: OH-Gruppe sitzt an einem C-Atom, das mit **nur einem** weiteren C-Atom verbunden ist.

Beispiel: **Ethanol** oder **1-Propanol** Struktur: $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--OH}$

b) Tertiärer Alkohol (Definition + Beispiel)

Definition: OH-Gruppe sitzt an einem C, das mit **drei** weiteren C-Atomen verbunden ist.

Beispiel: **2-Methylpropan-2-ol** Struktur: $(\text{CH}_3)_3\text{C--OH}$

c) Zweiwertiger Alkohol (Definition + Beispiel)

Definition: Alkohol mit **zwei OH-Gruppen** im Molekül.

Beispiel: **1,2-Ethandiol (Glycol)** Struktur: $\text{HO--CH}_2\text{--CH}_2\text{--OH}$

7. Tabelle ergänzen (15 Punkte)

Bewertung:

- Summenformel: 1 BE
 - Strukturformel: 2 BE
 - Einordnung: 1 BE
- pro Verbindung → **4 BE**
5 Verbindungen = 20 BE möglich, du gibst aber 15 BE an → wir gewichten jeweils 3 BE.

1) Propan-1-ol

- Summenformel: **$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$**
- Struktur: $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--OH}$
- Einordnung: **primär**

2) 2-Butanol

- Summenformel: **$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$**
- Struktur: $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH(OH)--CH}_3$
- Einordnung: **sekundär**

3) 2-Methylpropan-2-ol

- Summenformel: **$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$**
- Struktur: $(\text{CH}_3)_3\text{C--OH}$
- Einordnung: **tertiär**

4) 1,2-Ethandiol (Glycol)

- Summenformel: **$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$**
- Struktur: $\text{HO--CH}_2\text{--CH}_2\text{--OH}$
- Einordnung: **zweiwertiger Alkohol**

5) 2-Methylbutan-1-ol

- Summenformel: **$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$**
- Struktur: $\text{CH}_3\text{--CH(CH}_3\text{)--CH}_2\text{--CH}_2\text{--OH}$
- Einordnung: **primär**

8. Ethanol und der menschliche Körper (6 Punkte)

Mindestens 3 Stichpunkte, je 2 BE.

Mögliche korrekte Antworten:

- **Leber:** Ethanol belastet die Leber, kann zu Fettleber, Hepatitis und Leberzirrhose führen.
- **Nervensystem:** wirkt dämpfend, verlangsamt Reizleitung, beeinträchtigt Denk- & Reaktionsfähigkeit.
- **Motorik:** Koordinationsstörungen, Gleichgewichtsprobleme.
- **Kreislauf:** Erweiterung der Blutgefäße, Blutdruckveränderungen.
- **Vergiftung:** Übelkeit, Atemdepression, Bewusstlosigkeit.

9. Multiple-Choice – Eigenschaften von Alkoholen (4 Punkte)

Richtig sind:

- ✓A) Alkohole lösen sich gut in Wasser, wenn die C-Kette kurz ist.
✗B) OH-Gruppe macht Alkohole **nicht basisch**, sondern eher **leicht sauer**.
✗C) Tertiäre Alkohole lassen sich **nicht** zu Aldehyden oxidieren.
✓D) Alkohole haben höhere Siedepunkte als Alkane ähnlicher Größe.

Richtige Antworten: A und D

10. Bonusfrage: Methanol-Gefahr (4 Punkte)

Hier ist eine **sehr gute, gymnasiale, tiefgehende Antwort (Deep Search Niveau)**.

Warum gefährlich?

Chemisch ähnelt Methanol dem Ethanol, doch im Körper wird es zu **hochgiftigen Stoffen verstoffwechselt**.

Was passiert im Körper?

Methanol → in der Leber oxidiert zu:

1. **Formaldehyd (Methanal)** – starkes Zellgift
2. **Ameisensäure (Methansäure)** – führt zu
 - metabolischer Azidose (Übersäuerung)
 - Hemmung der Atmungskette
 - Schädigung des Sehnervs → **Erblindung**
 - in hoher Dosis: **Tod durch Atemlähmung**

Warum Ethanol als Gegenmittel?

Ethanol hat höhere Affinität zur **Alkohol-Dehydrogenase**;

es blockiert die Methanolumwandlung → Methanol wird ausgeschieden, bevor es giftig wird.

Erwartete Punkte (4 BE):

- Methanol wird zu Formaldehyd / Ameisensäure oxidiert (1 BE)
- diese Stoffe sind hochgiftig (1 BE)
- führt zu Azidose / Sehnervschädigung / Erblindung (1 BE)
- Mechanismus grob erklärt (1 BE)

Gesamt: 66 Punkte

Erreichte Punkte	Note	Prozentbereich	Bewertung
63–66	1	95–100 %	sehr gut
56–62	2	85–94 %	gut
44–55	3	67–84 %	befriedigend
33–43	4	50–66 %	ausreichend
22–32	5	33–49 %	mangelhaft
0–21	6	0–32 %	ungenügend

1. Alkohole – mehr als nur eine OH-Gruppe

Alkohole sind in der organischen Chemie allgegenwärtig. Eine einzige funktionelle Gruppe – die Hydroxylgruppe (–OH) – verändert die Eigenschaften eines Moleküls drastisch: Sie erhöht den Siedepunkt, macht die Verbindung oft wasserlöslich, ermöglicht charakteristische Reaktionen und bestimmt, ob sich das Molekül eher wie ein Lösungsmittel, ein Zucker, ein Kraftstoff oder ein biologischer Baustein verhält. Man findet Alkohole im Alltag in Parfüms, Frostschutzmitteln, Desinfektionsmitteln, Arzneistoffen, Kosmetik, Lebensmitteln und sogar in der DNA. Die OH-Gruppe ist dabei nicht nur „ein Teil des Moleküls“, sondern eine **reaktive Schaltstelle**, die chemische Bindungen beeinflusst und Reaktivität steuert.

Die Einteilung in **primäre, sekundäre und tertiäre Alkohole** richtet sich danach, wie viele Kohlenstoffatome am C-Atom der OH-Gruppe gebunden sind. Diese scheinbar kleine strukturelle Veränderung entscheidet darüber, ob ein Alkohol leicht oxidierbar ist, welche Produkte entstehen und welche Rolle die Verbindung z. B. im Stoffwechsel spielt.

2. Strukturformeln lesen wie eine Landkarte

Um Reaktionen und Eigenschaften verstehen zu können, muss man Strukturformeln wie eine Sprache lesen.

Die **Lewis-Schreibweise** zeigt jedes Elektronenpaar – ideal zum Grundlagenlernen, aber für große Moleküle unübersichtlich.

Die **Strichformel** reduziert auf Bindungen und Atome und lässt die funktionelle Gruppe deutlicher hervortreten.

Die **Skelettformel** ist schließlich die „Kurzschrift“ der Chemiker: jede Ecke ein C-Atom, H-Atome an C verschwinden, das Wesentliche bleibt sichtbar. Sie eignet sich hervorragend, um funktionelle Gruppen und Reaktionszentren intuitiv zu erkennen.

Beispiel: Ein Molekül wie 2-Butanol wirkt als Lewisformel umfangreich; als Skelettformel wird sofort klar, dass die OH-Gruppe am zweiten Kohlenstoff sitzt und der Alkohol daher **sekundär** ist. Bei der Identifikation von Carbonylverbindungen (Aldehyde, Ketone) hilft die Skelettformel sogar dabei, Oxidationsprodukte von Alkoholen auf einen Blick zu erkennen.

3. Wasserlöslichkeit & Siedetemperatur – warum die OH-Gruppe so mächtig ist

Die OH-Gruppe kann **Wasserstoffbrückenbindungen** bilden – starke zwischenmolekulare Anziehungskräfte.

Dadurch erklären sich mehrere Eigenschaften gleichzeitig:

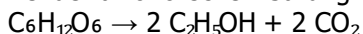
- **Hohe Siedetemperaturen:** Ethanol siedet bei 78 °C, während das vergleichbare Alkan Butan schon bei –1 °C gasförmig wird.
- **Gute Löslichkeit:** Kurzkettige Alkohole mischen sich gut mit Wasser, weil OH–...H-O-Wasserbrücken leicht entstehen.
- **Sinkende Löslichkeit mit wachsender Kettenlänge:** Ab etwa 5 C-Atomen überwiegt der hydrophobe Alkylrest. Das Molekül wird „fettliebender“ und verliert seine Wasserfreundlichkeit.
- **Besondere Eigenschaften bei mehrwertigen Alkoholen:** Moleküle wie Glykol oder Glycerin haben zwei oder drei OH-Gruppen und können entsprechend viele Wasserstoffbrücken bilden. Sie sind deshalb viskos, süß schmeckend, hygroskopisch und hervorragend wasserlöslich.

Im Alltag spürt man das sofort:

Glycerin in Cremes hält Feuchtigkeit fest; Ethandiol verhindert im Auto das Einfrieren der Scheibenwaschanlage; Zuckeraustauschstoffe wie Sorbit fühlen sich im Mund kühlend an, weil beim Lösen Wasserstoffbrückenbildung Wärme entzieht.

4. Gärung – wie die Natur Zucker „atmen“ lässt

Bei der alkoholischen Gärung verwandeln Hefezellen Glucose in Ethanol und Kohlenstoffdioxid:



Diese Reaktion liefert den Hefezellen Energie, damit sie auch ohne Sauerstoff überleben können. Gleichzeitig entsteht CO_2 , das im Brotteig Blasen bildet und im Bier für Kohlensäure sorgt. Ethanol ist das wertvollste Nebenprodukt – seit Tausenden Jahren Grundlage für Wein, Bier und viele weitere fermentierte Lebensmittel.

Die Biochemie dahinter ist elegant: Ein Zucker wird in kleinere Einheiten zerlegt, ein Zwischenprodukt wird reduziert, ein anderes oxidiert – ein perfektes Redox-Miniaturkraftwerk, das im Dunkeln und ohne Sauerstoff funktioniert.

5. Bierherstellung als Beispiel für angewandte Chemie

Mälzen: Beim Ankeimen der Gerste werden Enzyme aktiviert, die Stärke in kleinere Zucker zerlegen können.

Maischen: Diese Stärke wird durch Erwärmen und Enzymaktivität tatsächlich in Maltose und Glucose zerlegt – das sind die eigentlichen „Treibstoffe“ der Hefe.

Gären: Die Hefe vergärt die Zucker zu Alkohol und CO_2 , der Geschmack entwickelt sich.

Reifen & Abfüllen: Aromastoffe reifen, Bitterstoffe runden sich ab, Kohlensäure löst sich im Bier – ein komplexer Prozess voller chemischer Feinheiten.

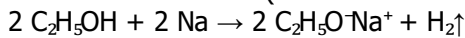
Die OH-Gruppe des Ethanols ist also nicht nur ein chemisches Detail, sondern das zentrale Produkt eines jahrtausendealten Kulturverfahrens.

6. Reaktionen von Alkoholen – vom kleinen Funken bis zum großen Umbruch

6.1 Reaktion mit Natrium: Ein lehrreiches Mini-Feuerwerk

Gibt man metallisches Natrium in Ethanol, entstehen:

- Wasserstoffgas (Zischen, Bläschenbildung)
- ein Alkoholat (z. B. Natriumethanolat)



Das zeigt:

- Alkohole sind schwache Säuren
- Die OH-Gruppe ist reaktiv
- Metall-Alkanolate sind wichtige Basen in der Synthesechemie

Die Alltagserfahrung steckt im Detail: Die Bildung von H_2 erklärt das typische Zischen und die Bewegung des Natriums auf der Flüssigkeitsoberfläche.

7. Oxidation – der Weg von Alkohol zu Aldehyd, Keton oder Säure

Der zentrale Reaktionsweg vieler Alkohole ist ihre **Oxidation**.

Primäre Alkohole besitzen ein H-Atom am α -Kohlenstoff. Deshalb können sie zunächst zu Aldehyden ($-\text{CHO}$) oxidiert werden und anschließend weiter zur Carbonsäure ($-\text{COOH}$).

Beispiel: Ethanol $\rightarrow$ Ethanal $\rightarrow$ Essigsäure.

Sekundäre Alkohole bilden beim Entfernen zweier H-Atome ein **Keton**. So wird 2-Propanol zu Propanon (Aceton). Weiteroxidation ist nicht möglich, ohne die C–C-Bindung zu zerstören.

Tertiäre Alkohole besitzen kein H-Atom am OH-tragenden Kohlenstoff – deshalb **lassen sie sich unter milden Bedingungen nicht oxidieren**. Das unterscheidet sie grundlegend von primären und sekundären Alkoholen.

Oxidation mit Kupfer(II)-oxid (CuO)

Beim Erhitzen wird CuO (schwarz) zu Cu (rot) reduziert, während der Alkohol oxidiert wird. Diese Farbänderung macht die Reaktion leicht erkennbar und ist ein Klassiker im Unterricht.

8. Carbonylverbindungen – Aldehyde & Ketone als Schlüsselprodukte

Die Produkte der Alkoholorxidation erkennt man sofort an ihrer **C=O-Gruppe**.

- **Aldehyde:** $\text{C}=\text{O}$ am Kettenende ($-\text{CHO}$). Gerüche reichen von fruchtig bis stechend.
- **Ketone:** $\text{C}=\text{O}$ innerhalb der Kette. Aceton ist das bekannteste Beispiel.

Beide Gruppen sind deutlich polarer als Alkane oder Alkohole, reagieren gut mit Nukleophilen und sind wichtige Bausteine in der Synthesechemie.

In Klausuren erreicht man schnell Punkte, wenn man erkennt:

Aldehyd entsteht aus primärem Alkohol, Keton aus sekundärem.

9. Oxidationszahlen – das Werkzeug, das alles erklärt

Die Oxidationszahl eines Kohlenstoffatoms hängt davon ab, welche Atome daran gebunden sind:

- Bindung zu **H**: C erhält Elektronendichte $\rightarrow$ niedrigere OX
- Bindung zu **O**: C verliert Elektronendichte $\rightarrow$ höhere OX
- Bindung zu **C**: neutral

Damit sieht man sofort, warum Oxidation „Erhöhung der Oxidationszahl“ bedeutet. Bei Ethanol steigen die OX-Werte Schritt für Schritt, bis die Carbonsäure vollständig oxidiert ist.

10. Ethanol im Körper – von Genuss zu Gift

Nach dem Konsum gelangt Ethanol ins Blut und wird in der Leber in zwei Schritten abgebaut:

1. Ethanol $\rightarrow$ Ethanal (toxisch, verursacht u. a. Kopfschmerzen, Rötungen)
2. Ethanal $\rightarrow$ Essigsäure $\rightarrow$ Energiegewinn

Weil Ethanal so reaktiv ist, treten typische Effekte auf:

- verlangsamte Reaktionsfähigkeit
- Hemmung bestimmter Rezeptoren im Gehirn
- eingeschränkte Koordination
- erhöhte Unfallgefahr

Langfristig kann Alkohol Leberzirrhose, Nervenschäden, Gedächtnisverlust und Herzprobleme auslösen.

11. Methanol – der gefährliche Verwandte

Methanol sieht aus wie Ethanol, schmeckt ähnlich, riecht ähnlich – doch im Körper entsteht beim Abbau

Formaldehyd und **Ameisensäure**, zwei hochtoxische Stoffe.

Folgen:

- Erblindung (Schädigung des Sehnervs)
- schwere Azidose
- Atemlähmung
- Todesgefahr

Behandlung erfolgt u. a. durch **Ethanolgabe**, da es das Enzym blockiert, das Methanol zu Giftstoffen umsetzt.

12. Was du jetzt kannst

Nach diesem Kapitel kannst du:

- Strukturformeln zeichnen und lesen
- Alkoholklassen sicher bestimmen
- Siedepunkte und Löslichkeiten erklären
- Gärung vollständig beschreiben
- Reaktionen von Alkoholen (Natrium, Oxidation) formulieren
- Aldehyde und Ketone identifizieren
- Oxidationszahlen bestimmen
- die Wirkung von Ethanol und Methanol erklären