

KLAUSUR zum Thema: ALKOHOLE, OXIDATION, ALDEHYDE, RETRO, OZ

Aufgabe 1: Nomenklatur bei organischen Molekülen

(12 BE)

Material 1 zeigt zwei verschiedene organische Verbindungen in unterschiedlichen Darstellungsformen. (Blau = Sauerstoff; Rot = Kohlenstoff)

- 1.1 Klassifizieren Sie die jeweiligen Strukturen nach den IUPAC-Regeln, d. h. markieren und benennen Sie die funktionellen Gruppen, kategorisieren Sie zudem die genaue Stoffklasse und geben Sie den kompletten Namen beider Verbindungen an! (9 BE)
- 1.2 Notieren Sie zudem die Strukturformel von 2-Methylbutan-2-ol in LEWIS-Schreibweise (3BE)

Aufgabe 2: Alkane vs. Alkohole (Abb. 1)

(14BE)

- 2.1. Beschreiben Sie kurz die grundsätzliche Tendenz innerhalb beider homologer Reihen ! (4BE)
- 2.2. Erklären Sie die unterschiedlichen Siedetemperaturen der Alkanole und der zugehörigen Alkane (6BE)
- 2.3. Erklären Sie, weshalb die Unterschiede zwischen den Siedetemperaturen der Alkohole und der zugehörigen Alkane mit zunehmender Molekülmasse geringer werden! (4 BE)

Aufgabe 3: Oxidation von Alkoholen

(12BE)

Ein Alkohol hat die Bruttoformel C_4H_9OH . Es existieren genau vier Isomere davon.

- 3.1. Schreiben Sie die Strukturformel von allen Isomeren auf und benennen Sie diese! (8BE)
- 3.2. Welche Verbindungen haben ein primäres / sekundäres / tertiäres C-Atom? (4BE)

Aufgabe 4: Die Abbildung 3 zeigt drei Skelettformeln verschiedener Carbonylverbindungen.

(10BE)

Bestimmen Sie, welche der drei dargestellten Verbindungen **Butanal**, welche **Propanal** und welche **Propanon** ist.

- 4.1. Geben Sie Ihre Antwort in der Form „1B, 2A, 3C“ an. (2BE)
- 4.2. Zeichnen Sie die vollständigen Strukturformeln der folgenden Carbonylverbindungen: (6BE)
 - a) Propanal b) Propanon c) Butanal
- 4.3. Geben Sie jeweils einen geeigneten **Alkohol** an, der durch **Oxidation** zu den folgenden Carbonylverbindungen führt: (2BE)
 - a) Propanal b) Propanon c) Butanal

Aufgabe 5: Oxidation von Alkoholen

(12BE)

Das Kupfer (II)-Oxid ist in der Lage einige Alkohole zum nächsthöheren Oxidationsprodukt zu oxidieren. Dabei bildet sich metallisches Kupfer.

- 5.1 Formulieren Sie die Reaktionsgleichung der Oxidation von drei Alkoholen aus der Aufgabe durch Kupfer (II) Oxid! (6BE)
- 5.2. Benennen Sie jeweils die Produkte der Reaktion! (3BE)
- 5.3. Bestimmen Sie die Oxidationszahl von allen C-Atomen! (3BE)

Empfehlung: 60–75 Minuten

Aufgabe	BE	Schwierigkeit	Empfohlene Zeit
1. Nomenklatur	12	mittel–hoch	12–15 min
2. Siedetemperaturen (Erklärungen)	14	hoch (sprachlich + fachlich)	15–20 min
3. Isomerie + Klassifikation	12	mittel	12–15 min
4. Carbonylverbindungen	10	leicht–mittel	10–12 min
5. Oxidation mit CuO	12	mittel–hoch	12–15 min

Abbildung 1 (zu Aufgabe 1)

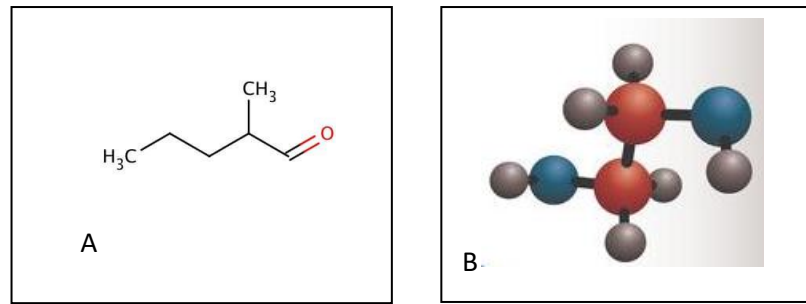


Abbildung 2 (zu Aufgabe 2)
sind die Siedetemperaturen der ersten 5-6 Vertreter der homologen Reihe der Alkanole und die der entsprechenden Alkane grafisch dargestellt.

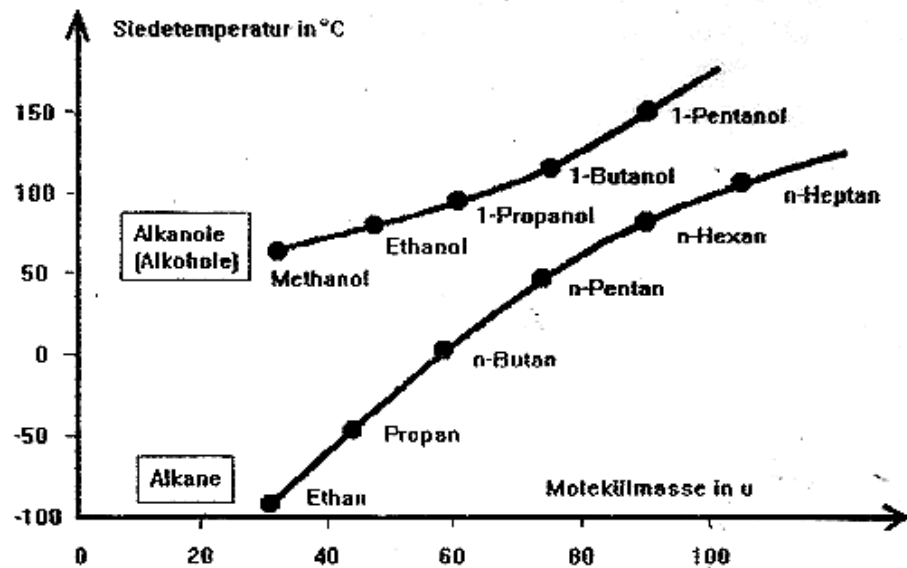
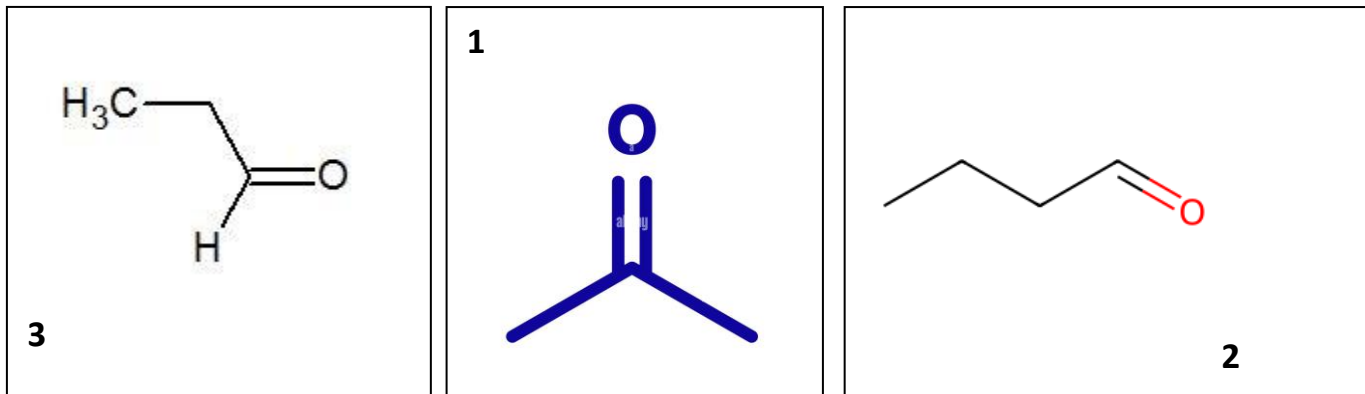


Abbildung 3
(zu Aufgabe 4)



Erreichte Punkte (von 60)	Note	Bewertung
57 – 60	1	sehr gut
51 – 56	2	gut
41 – 50	3	befriedigend
31 – 40	4	ausreichend
21 – 30	5	mangelhaft
0 – 20	6	ungenügend

Aufgabe 1 – Nomenklatur & Strukturformeln (12 BE) 1.1 IUPAC-Benennung, funktionelle Gruppen, Stoffklasse (9 BE) • Erkennen der funktionellen Gruppen (z. B. Hydroxylgruppe, Carbonylgruppe, Alkylreste) • Identifikation der jeweiligen Stoffklasse (z. B. primärer Alkohol, Ether, Aldehyd etc.) • korrekte Ermittlung der längsten Kohlenstoffkette nach IUPAC-Regeln • korrekte Nummerierung der Kette • richtige Positionsangabe der funktionellen Gruppe • vollständiger und korrekter IUPAC-Name Punkteverteilung: • funktionelle Gruppe richtig erkannt: 2 BE • Stoffklasse korrekt: 2 BE • Struktur korrekt interpretiert: 2 BE • vollständiger, fehlerfreier IUPAC-Name (pro Verbindung je 1,5 BE): 3 BE 1.2 Lewis-Schreibweise von 2-Methylbutan-2-ol (3 BE) • korrekte Darstellung aller Atome (C, H, O) • korrekte Bindungsanordnung, inkl. tertiärem C-Atom • Hydroxylgruppe korrekt (O–H, mit 2 freien Elektronenpaaren) Punkteverteilung: • korrekter Aufbau des Kohlenstoffgerüsts: 1 BE • korrekter Anschluss der OH-Gruppe: 1 BE • Elektronenpaare am O korrekt eingezeichnet: 1 BE Aufgabe 2 – Siedetemperaturen von Alkanen und Alkanolen (14 BE) 2.1 Tendenz innerhalb beider homologen Reihen beschreiben (4 BE) • Siedetemperaturen steigen mit wachsender Kettenlänge • Grund: zunehmende Van-der-Waals-Kräfte durch größere Elektronenwolken und größere Oberfläche • getrennte Erwähnung: Alkane UND Alkanole • Hinweis: Alkohole liegen generell höher Punkte: • richtige Tendenz Alkane: 1 BE • richtige Tendenz Alkanole: 1 BE • Verweis auf intermolekulare Kräfte: 2 BE 2.2 Unterschiedliche Siedetemperaturen erklären (6 BE) • Alkohole: starke Wasserstoffbrückenbindungen zwischen OH-Gruppen • Alkane: nur London-Dispersionskräfte / Van-der-Waals-Kräfte • OH-Gruppe erzeugt starke Polarität → deutlich höhere Energie zum Auftrennen nötig • klare Gegenüberstellung der beiden Stoffklassen Punkte: • Erklärung Alkane (nur VdW): 2 BE • Erklärung Alkanole (H-Brücken): 3 BE • quantitativer/qualitativer Vergleich: 1 BE 2.3 Warum nimmt Unterschied mit steigender Masse ab? (4 BE) • Van-der-Waals-Kräfte werden bei großen Molekülen dominant • OH-Gruppe trägt relativ weniger zum Gesamtbindungsgefüge bei • relativer Unterschied der intermolekularen Kräfte schrumpft • Siedepunktdifferenz verkleinert sich Punkte: • zunehmende Bedeutung der Van-der-Waals-Kräfte: 2 BE • relative Abnahme des Beitrags der OH-Gruppe: 1 BE • korrekte Schlussfolgerung: 1 BE	Aufgabe 3 – Isomerie von C₄H₉OH (12 BE) 3.1 Vier Strukturisomere zeichnen & benennen (8 BE) 1. Butan-1-ol 2. Butan-2-ol 3. 2-Methylpropan-1-ol (Isobutanol) 4. 2-Methylpropan-2-ol (tert-Butanol) jeweils mit korrekter Strukturformel. Punkte: • je korrekte Strukturformel: 1 BE × 4 = 4 BE • je korrekter IUPAC-Name: 1 BE × 4 = 4 BE 3.2 primär / sekundär / tertiär klassifizieren (4 BE) • Butan-1-ol → primär • Butan-2-ol → sekundär • 2-Methylpropan-1-ol → primär • 2-Methylpropan-2-ol → tertiär Punkte: • je richtige Zuordnung: 1 BE × 4 = 4 BE Aufgabe 4 – Carbonylverbindungen (10 BE) 4.1 Zuordnung der drei Skelettformeln (2 BE) 2A (Propanal), 3B (Butanal), 1C (Propanon) Punkte: je korrekte Zuordnung: 1 BE 4.2 Strukturformeln von Propanal, Propanon, Butanal (6 BE) • Aldehydfunktion (–CHO) korrekt am terminalen C • Ketofunktion (>C=O) korrekt im Molekülinneren • korrekte Anordnung der C-Ketten Punkte: je korrekte Strukturformel: 2 BE × 3 = 6 BE 4.3 Geeignete Alkohole zur Oxidation nennen (2 BE) • Propanal ← 1-Propanol • Propanon ← 2-Propanol • Butanal ← 1-Butanol Punkte: je richtige Zuordnung: 1 BE × 2 (Präp. & Prod.) = 2 BE Aufgabe 5 – Oxidation mit CuO (12 BE) 5.1 Drei Reaktionsgleichungen formulieren (6 BE) Allgemeines Beispiel: $R-CH_2-OH + CuO \rightarrow R-CHO + Cu + H_2O \dots$ → jeweils korrekt ausgeglichene Reaktionsgleichung → drei unterschiedliche Alkohole aus Aufgabe 3 Punkte: • je korrekte Gleichung: 2 BE × 3 = 6 BE 5.2 Produkte korrekt benennen (3 BE) • primärer Alkohol → Aldehyd • sekundärer Alkohol → Keton • tertiärer Alkohol → keine Oxidation (→ Aufgabe ggf. Nullprodukt oder „keine Reaktion“) Punkte: • je richtiges Produkt: 1 BE × 3 = 3 BE 5.3 Oxidationszahlen aller C-Atome bestimmen (3 BE) z. B. für 1-Propanol: C1 = –3 C2 = –2 C3 = –1 → nach Oxidation: C1 steigt auf –1 (Aldehydfunktion) Punkte: • nachvollziehbare Berechnung: 2 BE • richtige Zuordnung: 1 BE
--	--

Zusätzlich: Erwartungshorizont zu Aufgabe 2

2.1 Grundsätzliche Tendenz in beiden homologen Reihen (4 BE)

Musterlösung:

Sowohl bei den n-Alkanen als auch bei den n-Alkanolen (Alkoholen) steigt die Siedetemperatur mit zunehmender Kettenlänge bzw. mit zunehmender Molekülmasse an.

Ursache ist, dass mit wachsender Kettenlänge die Van-der-Waals-Kräfte (London-Dispersionskräfte) zwischen den Molekülen stärker werden.

Außerdem liegen die Siedetemperaturen der Alkanole bei gleicher Kohlenstoffzahl deutlich höher als diejenigen der entsprechenden Alkane.

2.2 Unterschiedliche Siedetemperaturen von Alkanolen und Alkanen (6 BE)

Musterlösung:

Alkanole besitzen eine Hydroxylgruppe (-OH). Die O–H-Bindung ist stark polar, sodass zwischen den Alkoholmolekülen **Wasserstoffbrückenbindungen** ausgebildet werden können.

Diese Wasserstoffbrücken sind deutlich stärker als die reinen Van-der-Waals-Kräfte. Um die Flüssigkeit zu verdampfen, müssen diese starken intermolekularen Kräfte überwunden werden, wofür eine höhere Energiezufuhr, also eine höhere Siedetemperatur, notwendig ist.

Alkane sind dagegen unpolare Moleküle ohne funktionelle Gruppen wie -OH . Zwischen ihnen wirken ausschließlich **London-Dispersionskräfte**. Diese sind im Vergleich zu Wasserstoffbrücken deutlich schwächer.

Deshalb haben Alkohole bei gleicher Kettenlänge deutlich **höhere Siedetemperaturen** als die entsprechenden Alkane.

2.3 Warum wird der Unterschied mit steigender Molekülmasse kleiner? (4 BE)

Musterlösung:

Mit zunehmender Molekülmasse bzw. Kettenlänge nimmt bei beiden Stoffklassen die Stärke der Van-der-Waals-Kräfte stark zu, da die Elektronenzahl und die Moleküloberfläche wachsen.

Bei den Alkanolen bleibt die OH-Gruppe zwar vorhanden und kann weiterhin Wasserstoffbrückenbindungen ausbilden, ihr Beitrag zur gesamten Anziehungskraft im Molekülverband wird aber im Vergleich zur immer länger werdenden unpolaren Kohlenstoffkette relativ kleiner.

Bei langen Ketten dominieren daher bei beiden Stoffklassen die Van-der-Waals-Kräfte. Dadurch wird der „Abstand“ zwischen den Siedetemperaturen der Alkohole und der zugehörigen Alkane kleiner, auch wenn die Alkohol-Siedepunkte weiterhin höher bleiben.

INFO

DAS GROSSE LERNKAPITEL: ALKOHOLE, OXIDATION & CARBONYLVERBINDUNGEN

Kapitel 1 – Was organische Chemie eigentlich bedeutet

Wenn man „organische Chemie“ hört, denken viele an komplizierte Moleküle, Chaos und Qual.

In Wirklichkeit ist die Sache aber sehr einfach: **Organische Chemie ist die Wissenschaft der Kohlenstoffverbindungen.**

Kohlenstoff ist wie der LEGO-Baumeister unter den Elementen:

Er kann:

- Ketten bilden (kurz, lang, verzweigt)
- Ringe bauen
- Doppel- oder Dreifachbindungen herstellen
- sich mit Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel verbinden
- und bleibt dabei *unglaublich stabil*.

Wenn Kohlenstoff der LEGO-Baumeister ist, dann sind funktionelle Gruppen die **Spezialteile** – so wie Türen, Fenster oder Reifen im LEGO-Set. Sie bestimmen, **wie das Molekül sich verhält**.

Beispiele:

funktionelle Gruppe

Bedeutung

–OH	Alkohol → „chemisch höflich“: bildet Wasserstoffbrücken
–CHO	Aldehyd → leicht reizbar: lässt sich weiter oxidieren
–CO–	Keton → kennt seine Grenzen: wird nicht mehr oxidiert
–COOH	Carbonsäure → sauer, streng riechend, reaktiv

Du musst funktionelle Gruppen erkennen können – denn *alle Klausuraufgaben hängen genau daran*.

In deiner Klausur tauchen **Alkohole** und **Carbonylverbindungen** besonders häufig auf.

Kapitel 2 – Wie man Moleküle richtig benennt, ohne verrückt zu werden

Chemiker sind wie sehr strenge Bibliothekare: Jeder Stoff muss **genau** einen Namen haben.

Dafür gibt es die **IUPAC-Regeln**.

2.1 Die Grundprinzipien

1. **Finde die längste Kohlenstoffkette.**
→ Bestimmt den Stammnamen: Meth-, Eth-, Prop-, But-, Pent-, ...
2. **Nummeriere die Kette so, dass die wichtigste Gruppe die kleinste Zahl bekommt.**
Für Alkohole zählt: **die OH-Gruppe bestimmt die Nummerierung.**
3. **Benenne Seitenketten (Substituenten).**
4. **Setze alles zusammen.**
Beispiel:
2-Methylpropan-2-ol → verzweigter Viereralkohol.

Kapitel 3 – Alkohole: Aufbau, Klassen und warum sie so besonders sind

Alkohole besitzen die funktionelle Gruppe: **Hydroxylgruppe –OH**

Diese Gruppe sorgt für zwei extrem wichtige Eigenschaften:

1. Wasserstoffbrückenbindungen

Alkohole sind kleine „Beziehungsmonster“:

Sie klammern sich an Wasserstoffe anderer Moleküle → starke Anziehung → hohe Siedepunkte.

2. Polarität

Ein Molekül mit –OH ist teilweise positiv und negativ geladen → löslich in Wasser (solange die C-Kette nicht zu groß wird).

3.1 Was bedeutet primär, sekundär, tertiär?

Stell dir vor, das OH-C-Atom wäre der Mittelpunkt einer Party. Wie viele Gäste (C-Atome) stehen direkt an ihm?

Alkoholtyp	Erklärung	Beispiel
primär	OH-C hat 1 Nachbarn	1-Propanol
sekundär	OH-C hat 2 Nachbarn	2-Butanol
tertiär	OH-C hat 3 Nachbarn	2-Methylpropan-2-ol

Diese Klassifikation entscheidet später über:

- Oxidierbarkeit
- Siedepunkt
- Reaktionsverhalten

LERNGOLD

3.2 Isomerie – warum gleiche Formel $\neq$ gleiche Struktur

Eine Summenformel wie $C_4H_{10}O$ kann mehrere Moleküle beschreiben. Warum?

Weil die Atome unterschiedlich angeordnet sein können:

- unverzweigt
- verzweigt
- OH an verschiedenen Positionen

So entstehen die **vier Isomere von $C_4H_{10}O$** , die in deiner Klausur abgefragt werden.

Merke: **Je mehr Varianten, desto spannender die organische Chemie.**

Kapitel 4 – Siedetemperaturen: Warum Alkohole heißer kochen als Alkane

In deiner Klausur gibt es ein Diagramm der Siedetemperaturen von Alkoholen und Alkanen.

4.1 Der Trend innerhalb beider Reihen

- mehr Kohlenstoffatome $\rightarrow$ stärkere Van-der-Waals-Kräfte $\rightarrow$ höherer Siedepunkt
- Bei Alkoholen steigt der Siedepunkt stärker als bei Alkanen.

Warum? **Weil Alkohole Wasserstoffbrücken bilden.**

Alkane können das nicht – sie sind wie Teflon: „Ich mag niemanden, lasst mich in Ruhe.“

4.2 Warum schrumpft der Unterschied bei größeren Molekülen?

Bei kurzen Alkoholen dominiert die OH-Gruppe $\rightarrow$ starke H-Brücken $\rightarrow$ sehr hohe Siedepunkte.

Bei langen Ketten gilt:

- Die OH-Gruppe bleibt gleich stark.
- Die unpolare Kohlenstoffkette wächst weiter.
- Der relative Einfluss der OH-Gruppe wird kleiner.

Ergebnis: **Der Abstand der Siedetemperaturen zwischen Alkohol & Alkan wird kleiner.**

Kapitel 5 – Oxidation: Vom Alkohol zum Aldehyd, Keton oder zur Säure

Oxidation von Alkoholen ist DER zentrale Prüfungspunkt.

5.1 Primäre Alkohole

Primäre Alkohole besitzen am OH-C noch ein H-Atom $\rightarrow$ ideal für Oxidation.

Sie werden oxidiert zu:

1. **Aldehyd** (milde Oxidation)
2. **Carbonsäure** (stärkere Oxidation)

Beispiel: Ethanol $\rightarrow$ Ethanal $\rightarrow$ Ethansäure (Essigsäure)

Alltagsbeispiel: Wenn Wein lange steht, wird er sauer $\rightarrow$ Ethanol oxidiert zu Essigsäure.

5.2 Sekundäre Alkohole

Sekundäre Alkohole liefern: **Ketone**

Beispiel: 2-Propanol $\rightarrow$ Propanon (Aceton)

Und hier endet die Reise – weitere Oxidation würde die C-Kette zerstören.

5.3 Tertiäre Alkohole

Tertiäre Alkohole sind wie Leute ohne Schuhe im Freibad – sie haben **nichts abzugeben**:

- Kein H am OH-C
 $\rightarrow$ Keine Oxidation möglich (unter milden Bedingungen)
-

5.4 Oxidation mit Kupfer(II)-oxid (CuO)

Das ist ein absoluter Klassiker:

- CuO ist **schwarz**
- Wird reduziert zu **Kupfer (rot/metallisch)**
- Gleichzeitig wird der Alkohol oxidiert

Beispiele:

- Ethanol $\rightarrow$ Ethanal + Cu
- 2-Propanol $\rightarrow$ Propanon + Cu
- tert-Butanol $\rightarrow$ *keine Reaktion*

In deiner Klausur musst du:

- Reaktionen aufschreiben
 - Produkte benennen
 - Oxidationszahlen bestimmen
-

Kapitel 6 – Carbonylverbindungen: Aldehyde & Ketone richtig unterscheiden

Beide besitzen die **Carbonylgruppe** $C=O$, aber:

6.1 Aldehyd ($-CHO$)

$C=O$ am Ende der Kette

Beispiel: Propanal $\rightarrow CH_3-CH_2-CHO$

Merkhilfe: „Aldehyd endet wie *alt* – und steht auch immer *außen*.“

6.2 Keton ($>C=O$)

$C=O$ in der Mitte

Beispiel: Propanon $\rightarrow CH_3-CO-CH_3$

Merkhilfe: „Keton = *Kein* Ende.“

Warum ist das wichtig?

In deiner Klausur gibt es eine Aufgabe, in der drei Skelettformeln identifiziert werden sollen.

Regeln:

- Endständige Carbonylgruppe $\rightarrow$ Aldehyd
- Innere Carbonylgruppe $\rightarrow$ Keton
- Längste Kette zählen $\rightarrow$ Name bestimmen

Kapitel 7 – Oxidationszahlen in organischen Molekülen

Warum soll man das können?

Weil die Klausur verlangt, dass du **Oxidationszahlen aller C-Atome bestimmen** kannst.

Grundregeln:

- $C-H$: C „gewinnt“ $\rightarrow$ OX sinkt (-1 pro H)
- $C-O$: C „verliert“ $\rightarrow$ OX steigt ($+1$ pro O-Bindung)
- $C-C$: neutral

Beispiel Ethanol:

- C1 (CH_3): -3
- C2 (CH_2-OH): -1

Nach Oxidation zu Ethanal:

- C2 (CHO): $+1$

Oxidation = **Anstieg der Oxidationszahl**

Kapitel 8 – Alltagsbezug: Wo begegnen wir diesen Reaktionen?

Chemie findet nicht nur im Labor statt – sondern überall.

Beispiel 1: Alkoholtester der Polizei

Ethanol wird im Körper oxidiert:

Ethanol $\rightarrow$ Ethanal $\rightarrow$ Essigsäure

Diese Reaktion ist elektrochemisch auswertbar $\rightarrow$ Atemalkoholtest.

Beispiel 2: Verdorbener Wein

Wenn Wein „umkippt“, riecht er sauer.

Warum?

Ethanol oxidiert durch Luftsauerstoff zu Essigsäure.

Beispiel 3: Methanolvergiftung

Methanol wird zu **Formaldehyd** und **Ameisensäure** oxidiert:

$\rightarrow$ greift Nerven & Sehnerv an $\rightarrow$ Erblindung möglich.

Ethanol dagegen wird zu harmloseren Stoffen abgebaut.

Darum ist Methanol extrem gefährlich.

Beispiel 4: Kosmetik & Medizin

Glycerin (1,2,3-Propantriol):

- drei OH-Gruppen
- extrem wasseranziehend
 $\rightarrow$ Feuchtigkeitscremes, Hustensäfte