

Chemie-Lernheft: Semesterprüfung (mündlich, 15–30 Min.)

Stand: 04.10.2026. Prüfungstermin **Ende Oktober 2026** (Annahme für die Planung: Fr 30.10.; siehe Überblick und Termine).

Was geprüft wird

Die Prüfungsgrundlage ist ausschließlich das **Beiblatt zum Semesterzeugnis vom 25.06.2026**. Es verlangt genau acht Stoffgebiete — alle aus der organischen Chemie — plus die Basiskonzepte und die chemische Fach- und Formelsprache, angewendet auf diese acht Themen. Du brauchst für diese Prüfung **nichts** aus Atombau, PSE oder Stöchiometrie — das war Thema in anderen Semestern, nicht hier.

In der Prüfung (15–30 Min.) kommen laut Erfahrungswert **zwei bis drei der acht Themen** dran, nicht alle acht. Das heißt: lieber alle acht solide können, als zwei perfekt und sechs gar nicht — du weißt vorher nicht, welche gezogen werden.

Dieses Heft ordnet die acht Themen nicht nach der Nummerierung des Beiblatts, sondern **nach Lernlogik** — jedes Thema baut auf dem vorherigen auf. Die Beiblatt-Nummer steht trotzdem bei jeder Überschrift, falls du mit einem Lehrer in dessen Zählung sprichst.

REIHENFOLGE HIER	BEIBLATT-NR.	THEMA
0	–	Fach- und Formelsprache, Basiskonzepte
1	1	Siede- und Schmelzpunkte
2	5	Addition und Eliminierung
3	6	(Halb-)Acetale und Ketale
4	8	Oxidation und Reduktion in der OC
5	7	Mono-, Di- und Polysaccharide
6	2	Zwitterion der Aminosäuren
7	3	Cracken und Verbrennen
8	4	Polymere

0. Fach- und Formelsprache, Basiskonzepte

Das musst du können:

- Die vier Formelarten unterscheiden und ineinander übersetzen können.
- Die wichtigsten Verbindungsklassen an ihrer funktionellen Gruppe und Endung erkennen.
- Einen Alkan-Namen nach den Nomenklaturregeln bilden (längste Kette, Seitenketten, Nummerierung).
- Die vier Isomerie-Arten unterscheiden.

- Das Donator-Akzeptor-Konzept bei Säure-Base-Reaktionen erklären — auch an einem organischen Beispiel.

Kernwissen

Die vier Formelarten (Beispiel 1-Propanol, C_3H_8O):

FORMELART	WAS SIE ZEIGT
Summenformel	nur Anzahl und Atomsorte: C_3H_8O
Strukturformel	jede Bindung einzeln gezeichnet, meist mit freien Elektronenpaaren
Halbstrukturformel	eindeutige Bereiche zusammengefasst, in einer Zeile: $H_3C-CH_2-CH_2-OH$
Strichformel	nur Bindungen zwischen C und Heteroatomen; jede Ecke/jedes Ende ist ein C, H ergeben sich aus den fehlenden Bindungsarmen

Verbindungsklassen und funktionelle Gruppen:

KLASSE	FUNKTIONELLE GRUPPE	ENDUNG	BEISPIEL
Alkan	keine (nur Einfachbindungen)	„-an“	Propan
Alken	$C=C$	„-en“	Ethen $H_2C=CH_2$
Alkin	$C\equiv C$	„-in“	Ethin $HC\equiv CH$
Aromat	Ring, abwechselnde Doppelbindungen	eigener Name	Benzol C_6H_6
Alkohol	$-OH$ (Hydroxy)	„-ol“	Ethanol
Aldehyd	$-CHO$ (Formyl)	„-al“	Ethanal
Keton	$C=O$ in der Kette (Oxo)	„-on“	Propanon (Aceton)
Carbonsäure	$-COOH$ (Carboxy)	„-säure“	Ethansäure
Ester	$-CO-O-$	Säure + Alkylrest + „ester“	Ethansäureethylester
Amin	$-NH_2$ (Amino)	C-Zahl + „yl“ + „amin“	Ethylamin
Amid	$-CO-NH-$	„-amid“	N-Methylpropansäureamid
Ether	$-C-O-C-$	kurze Seite + „oxy“ + Alkan	Methoxyethan

Nomenklatur, in der richtigen Reihenfolge:

1. Längste C-Kette = Grundname (muss nicht gerade gezeichnet sein — Einfachbindungen sind frei drehbar).
2. Seitenketten: Anzahl-Vorsilbe + „yl“ (Methyl, Ethyl ...).
3. Gleiche Seitenketten mehrfach: Di(2), Tri(3), Tetra(4) ...
4. Nummerierung so, dass möglichst kleine Zahlen entstehen; bei Gleichstand alphabetisch zuerst nennen (Ethyl vor Methyl).
5. Ringe: Vorsilbe „Cyclo“, der Ring ist dann der Grundname.

Beispiel: 4-Ethyl-2,2-dimethyloctan — Grundname Octan, zwei Methyl am 2. C, ein Ethyl am 4. C.

Isomerie — gleiche Summenformel, andere Struktur:

ART	WORUM ES GEHT
Kettenisomerie	verzweigt vs. unverzweigt
E/Z-Isomerie	Doppelbindung nicht frei drehbar; gleiche Seite = Z, sonst E (bei zwei Resten zählt der größere)
Stellungsisomerie am Benzol	1,2 = ortho, 1,3 = meta, 1,4 = para
Optische Isomerie	C mit vier verschiedenen Resten → Enantiomere

Donator-Akzeptor bei Säure-Base — das Beiblatt nennt dieses Konzept ausdrücklich:

- Säuren = Protonendonatoren (geben H^+ ab). Basen = Protonenakzeptoren (nehmen H^+ auf).
- Carbonsäure gibt das H der $-OH$ -Gruppe ab → Alkanoat-Anion (Methanoat, Ethanoat ...).
- Amin lagert H^+ an das freie Elektronenpaar des N an: $H_3C-NH_2 + H_2O \rightleftharpoons H_3C-NH_3^+ + OH^-$ → Alkylammoniumion.
- Die Aminosäure trägt **beides** im selben Molekül — Carbonsäure und Amin — und gibt sich das Proton deshalb selbst (siehe Thema 6 weiter unten).

Häufige Fehler

- Strukturformel und Halbstrukturformel verwechseln, wenn nach „der“ Formel gefragt wird — immer zuerst klären, welche Formelart gemeint ist.
- Bei der Nummerierung die kleinste Zahl für die erste genannte Seitenkette suchen statt für die Gesamtsumme — die Regel betrifft den ganzen Namen.
- E/Z mit cis/trans gleichsetzen, ohne die Regel „größerer Rest zählt“ zu nennen, wenn drei oder vier verschiedene Reste an der Doppelbindung hängen.

1. Siede- und Schmelzpunkte organischer Verbindungsklassen (Beiblatt-Thema 1)

Das musst du können:

- Die vier zwischenmolekularen Kräfte nach Stärke ordnen.
- Erklären, warum Siede-/Schmelzpunkt von Masse **und** Anziehung abhängen — und warum man nur bei ähnlicher Masse vergleichen darf.
- Die Reihung der Verbindungsklassen aufsagen und begründen.
- Erklären, warum Ether trotz Sauerstoff tief sieden.
- Den Sonderfall Schmelzpunkt (Kristallpackung) vom Siedepunkt unterscheiden.

Kernwissen

Kernsatz: Siede- und Schmelzpunkte hängen von der **Masse** und der **Anziehung zwischen den Teilchen** ab. Innerhalb einer Verbindungsklasse ist die Anziehung ähnlich → der Punkt steigt mit der Masse. Verschiedene Klassen darf man nur bei ähnlicher Masse vergleichen.

Zwischenmolekulare Kräfte, nach Stärke:

KRAFT	ZWISCHEN WELCHEN TEILCHEN	BEMERKUNG
Ionenbindung	Ionen (ganze Ladungen)	am stärksten
Wasserstoffbrücke	H direkt an O, N oder F	stärkste Kraft zwischen Molekülen
Dipol–Dipol	polare Moleküle	Teilladungen δ^+/δ^-
Dispersion (van der Waals)	unpolare Moleküle	am schwächsten, nur kurzzeitige Dipole

Reihung der Verbindungsklassen bei ähnlicher Masse:

Alkane < Alkene $\approx$ Ether < Aldehyde $\approx$ Ketone < Amine < Alkohole < Carbonsäuren < Amide

KLASSE	STÄRKSTE KRAFT	BEGRÜNDUNG
Alkane, Alkene, Aromaten	nur Dispersion	unpolar, tiefste Siedepunkte
Ether	schwacher Dipol	O eingebaut, aber kein H am O → keine H-Brücken untereinander
Aldehyde, Ketone	Dipol–Dipol (C=O)	starke Polarität, aber wieder kein H am O
Amine	H-Brücken (N–H)	N weniger elektronegativer als O → schwächer als bei Alkoholen
Alkohole	H-Brücken (O–H)	jedes Molekül kann geben und nehmen
Carbonsäuren	zwei H-Brücken gleichzeitig	bilden Dimere → höchste Siedepunkte der Standardklassen
Amide	H-Brücken + starker Dipol	deshalb sind Polyamide (Nylon) feste Kunststoffe

Beispiel (vier Moleküle, $M \approx 72\text{--}74\text{ g/mol}$):

MOLEKÜL	KLASSE	SDP.	BEGRÜNDUNG
Pentan C_5H_{12}	Alkan	30 °C	nur Dispersion
Butanal $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$	Aldehyd	75 °C	Dipol–Dipol über C=O
1-Butanol $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	Alkohol	99 °C	H-Brücken über –OH
Propansäure $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$	Carbonsäure	141 °C	Dimere über zwei H-Brücken

Merke: immer **zwei** Argumente nennen — erst die Masse (innerhalb der Klasse), dann die Kraft (zwischen den Klassen). Verzweigte Alkane siedeten tiefer als unverzweigte (kleinere Kontaktfläche). Beim **Schmelzpunkt** zählt zusätzlich die Packung im Kristall: symmetrische, kompakte Moleküle schmelzen höher, obwohl sie tiefer siedeten — Siede- und Schmelzreihung müssen nicht gleich sein.

Typische Prüfungsfrage mit Musterantwort

„Sie haben vier Moleküle mit fast gleicher Masse: Pentan, Butanal, 1-Butanol, Propansäure. Ordnen Sie nach steigendem Siedepunkt und begründen Sie.“ Musterantwort (Stichworte): gleiche Masse → nur die Kraft zählt. Pentan unpolar/nur Dispersion am tiefsten. Butanal

Dipol-Dipol über C=O. 1-Butanol H-Brücken über OH. Propansäure bildet Dimere über zwei H-Brücken gleichzeitig → am höchsten.

Häufige Fehler

- Verbindungsklassen ohne Rücksicht auf die Masse vergleichen (z. B. Methanol gegen Octan) — dann entscheidet die Masse, nicht die Kraft, und die Reihung kippt.
- Ether für ähnlich hoch siedend wie Alkohole halten, weil „ja Sauerstoff drin ist“ — entscheidend ist das fehlende H am O.
- Schmelzpunkt-Reihung = Siedepunkt-Reihung setzen und die Kristallpackung vergessen.

2. Addition und Eliminierung (Beiblatt-Thema 5)

Das musst du können:

- Die vier Reaktionsgrundtypen der OC nennen.
- „Elektrophil“ und „nucleophil“ erklären.
- Die Regel von Markownikow und die Regel von Saytzeff formulieren und den jeweils richtigen Reaktionstyp zuordnen.
- Begründen, warum Benzol keine Addition macht.
- Erklären, dass Addition und Eliminierung Hin- und Rückreaktion sind.

Kernwissen

Die vier Reaktionsgrundtypen:

GRUNDTYP	ALLGEMEIN	BEISPIEL
Addition	$A + B \rightarrow C$	Halogen/Halogensäure an Alken → Halogenalkan; Alkohol an Carbonyl → Halbacetal
Substitution	$A + B \rightarrow C + D$	S_N , S_E (Aromaten), S_R (Alkan + Cl_2/Br_2 , radikalisch)
Eliminierung	$A \rightarrow B + C$	Halogenalkan → Alken + Halogensäure; Alkohol → Alken + Wasser; Cracken
Umlagerung	$A \rightarrow A'$	Keto-Enol-Tautomerie

Elektrophile Addition (A_E) an Alkene: elektrophil heißt, angegriffen werden Stellen hoher Elektronendichte — bei Alkenen die Doppelbindung. Die Doppelbindung wird Einfachbindung, zwei neue Reste hängen sich an. **Regel von Markownikow:** Ist einer der angreifenden Reste ein H, geht es bevorzugt an das Doppelbindungs-C mit den meisten H. Beispiel: Propen + HCl → hauptsächlich 2-Chlorpropan (1-Chlorpropan nur in geringen Mengen).

Nucleophile Addition (A_N) an Carbonyle (Aldehyde/Ketone): nucleophil heißt, angegriffen wird eine Stelle geringer Elektronendichte — beim Carbonyl das C, weil der elektronegative Sauerstoff die Elektronen zu sich zieht ($C\delta^+$, $O\delta^-$). Wichtigstes Produkt: das Halbacetal (→ Thema 3).

Eliminierung (E): Ein negativierter Molekülteil ($-Cl$, $-Br$, $-OH$, $-OAlkyl$) und ein H vom Nachbar-C werden abgespalten — es entsteht eine Doppelbindung. **Regel von Saytzeff:** Es entsteht bevorzugt das Alken mit der **verzweigteren** Doppelbindung. Beispiel: 2-Butanol → hauptsächlich (E)- und (Z)-2-Buten (1-Buten nur in geringen Mengen).

Verbindender Satz: **Die Rückreaktion einer Eliminierung ist eine Addition** — beide bilden ein Gleichgewicht (Alken + Wasser $\rightleftharpoons$ Alkohol), steuerbar über Wasserüberschuss/ Wasserentzug. Merkpaar: Addition $\rightarrow$ Markownikow, Eliminierung $\rightarrow$ Saytzeff.

Aromaten (Benzol) machen **keine** Addition — das würde das energetisch sehr stabile aromatische System zerstören. Sie reagieren stattdessen in elektrophiler Substitution (S_E), z. B. Benzol + $Cl_2 \rightarrow$ Chlorbenzol + HCl.

Typische Prüfungsfrage mit Musterantwort

„Addition und Eliminierung sind Umkehrreaktionen. Erklären Sie beide an je einem Beispiel und nennen Sie die zugehörigen Regeln.“ Musterantwort (Stichworte): Addition = $A+B \rightarrow C$, Markownikow, Beispiel Propen+HCl $\rightarrow$ 2-Chlorpropan. Eliminierung = $A \rightarrow B+C$, Saytzeff, Beispiel 2-Butanol $\rightarrow$ 2-Buten+Wasser. Beide ein Gleichgewicht, Rückreaktion zueinander.

Häufige Fehler

- Markownikow und Saytzeff vertauschen — Markownikow gehört zur Addition, Saytzeff zur Eliminierung.
- „Elektrophil“ und „nucleophil“ verwechseln — elektrophil greift hohe, nucleophil greift niedrige Elektronendichte an.
- Annehmen, Benzol würde wie ein Alken eine Addition machen.

3. Bildung von (Halb-)Acetalen und Ketalen (Beiblatt-Thema 6)

Das musst du können:

- Die zwei Reaktionsschritte (Addition, dann Kondensation) nennen und ihre Reaktionstypen benennen.
- Halbacetal/Halbketal an der Strukturformel von Acetal/Ketal unterscheiden.
- Den Unterschied Acetal/Ketal (Aldehyd- vs. Ketonursprung) erklären.
- Die Ringbildung beim Zucker als intramolekulare Halbacetalbildung erklären.

Kernwissen

Zwei Schritte, zwei Reaktionstypen:

SCHRITT	REAKTION	TYP	NEBENPRODUKT
1	Aldehyd + Alkohol $\rightarrow$ Halbacetal / Keton + Alkohol $\rightarrow$ Halbketal	nucleophile Addition (A_n)	keines
2	Halbacetal + Alkohol $\rightarrow$ Acetal / Halbketal + Alkohol $\rightarrow$ Ketal	Kondensation	Wasser

Woran man sie erkennt: Halbacetal/Halbketal trägt am selben C eine $-OH$ **und** eine $-OR$ -Gruppe (meist instabile Zwischenstufe, außer im Ring). Acetal/Ketal trägt zwei $-OR$ -Gruppen (stabil, entsteht unter Wasserabspaltung). Der Unterschied Acetal/Ketal liegt nur im Ausgangsstoff: Aldehyd $\rightarrow$ Acetal, Keton $\rightarrow$ Ketal.

Wichtigster Anwendungsfall — der Zuckerring: Moleküle mit Aldehyd- **und** Alkoholfunktion können intramolekular (mit sich selbst) ein ringförmiges Halbacetal bilden. Beim Zucker reagiert die OH-Gruppe des vorletzten C mit der C=O-Gruppe: bei Aldohexosen entsteht ein Halbacetal, bei Ketohehexosen ein Halbketal. Der ehemalige Carbonyl-Kohlenstoff heißt

jetzt **anomerer C** — er trägt vier verschiedene Reste, wird optisch aktiv, daher gibt es zwei Ringformen (α und β). In wässriger Lösung liegen nur ca. 5 % offen vor, der Rest ist Ring. Verknüpft man zwei Zucker, reagiert das Halbacetal mit einer OH-Gruppe des zweiten Zuckers zum **Vollacetal** — das ist die glycosidische Bindung im Disaccharid (→ Thema 5, Saccharide).

Typische Prüfungsfrage mit Musterantwort

„Erklären Sie die Bildung eines Acetals aus einem Aldehyd — in beiden Schritten, mit den jeweiligen Reaktionstypen.“ Musterantwort (Stichworte): Schritt 1

Aldehyd+Alkohol→Halbacetal, nucleophile Addition, kein Nebenprodukt. Schritt 2

Halbacetal+Alkohol→Acetal, Kondensation, Wasser wird abgespalten. Erkennungsmerkmal: Halbacetal eine OH+eine OR, Acetal zwei OR.

Häufige Fehler

- Acetal und Ketal vertauschen — nicht die Struktur entscheidet den Namen, sondern ob am Anfang ein Aldehyd oder ein Keton stand.
- Den zweiten Schritt für eine weitere Addition halten — es ist eine **Kondensation** (Wasser wird abgespalten).
- Bei der Zucker-Ringbildung vergessen, dass es sich um dasselbe Molekül handelt (intramolekular), nicht um zwei getrennte Moleküle.

4. Oxidation und Reduktion in der organischen Chemie (Beiblatt-Thema 8)

Das musst du können:

- Alle drei Definitionen von Oxidation/Reduktion in der OC nennen.
- Die Oxidationsreihe der Alkohole (primär/sekundär/tertiär) aufsagen.
- Primär, sekundär, tertiär definieren und erklären, warum tertiäre Alkohole nicht oxidierbar sind.
- Eine gegebene Reaktion als Oxidation oder Reduktion einordnen.

Kernwissen

Drei gleichwertige Betrachtungsweisen — alle drei solltest du nennen können:

OXIDATION	REDUKTION
Abgabe von Elektronen	Aufnahme von Elektronen
Aufnahme von einem Sauerstoffatom	Abgabe von einem Sauerstoffatom
Abgabe von zwei Wasserstoffatomen	Aufnahme von zwei Wasserstoffatomen

In der OC arbeitet man meist mit der zweiten/dritten Zeile — an großen Molekülen lassen sich Elektronen schlecht abzählen. Zugrunde liegt aber dasselbe Donator-Akzeptor-Konzept wie in Thema 0.

Die Oxidationsreihe der Alkohole — das Herzstück des Themas:

AUSGANGSSTOFF	REIHE
primärer Alkohol	prim. Alkohol → Aldehyd → Carbonsäure (zwei Stufen, beide umkehrbar)

AUSGANGSSTOFF	REIHE
sekundärer Alkohol	sek. Alkohol → Keton (und nicht weiter)
tertiärer Alkohol	nicht oxidierbar

Definition (wird fast immer nachgefragt): primär = kein oder ein C direkt am OH-tragenden C, sekundär = zwei, tertiär = drei. Beim tertiären Alkohol sitzt am OH-tragenden C **kein H mehr** — es kann kein H mehr abgegeben werden, deshalb keine Oxidation möglich.

Beispiele: 2-Butanol → Butanon ist eine **Oxidation** (Abgabe von zwei H). Propansäure → Propanal ist eine **Reduktion** (Abgabe eines O). Die vollständige Verbrennung ist die weitestgehende Oxidation (→ Thema 7, Endprodukte CO₂/H₂O). Der Benedict-Test bei Zuckern ist ebenfalls eine Oxidation: Aldehyd → Carbonsäure (→ Thema 5, Saccharide).

Typische Prüfungsfrage mit Musterantwort

„Erklären Sie die Oxidationsreihe der Alkohole und warum tertiäre Alkohole nicht oxidierbar sind.“ Musterantwort (Stichworte): primär→Aldehyd→Carbonsäure, sekundär→Keton (Ende), tertiär nicht oxidierbar. Begründung: am OH-tragenden C des tertiären Alkohols hängen drei C-Reste, kein H mehr zum Abgeben.

Häufige Fehler

- Nur die Elektronen-Definition nennen und die beiden anderen (O-Aufnahme, H-Abgabe) vergessen — in der OC sind gerade diese gefragt.
- Beim sekundären Alkohol weiter bis zur Carbonsäure oxidieren wollen — die Reihe endet beim Keton.
- Sauerstoffaufnahme fälschlich als Reduktion einordnen (richtig: Oxidation).

5. Mono-, Di- und Polysaccharide (Beiblatt-Thema 7)

Das musst du können:

- Erklären, wann ein C-Atom optisch aktiv ist, und die Fischer- und Haworth-Regeln anwenden.
- Die drei wichtigsten Disaccharide mit ihrer Verknüpfung nennen.
- Stärke, Glykogen und Cellulose strukturell unterscheiden und begründen, warum nur eine davon verdaulich ist.
- Den Benedict-Test erklären und vorhersagen, welche Zucker positiv reagieren.

Kernwissen

Der Name „Kohlenhydrat“ kommt vom ganzzahligen Verhältnis C : H₂O in der Summenformel: $x \text{ C und } y \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_x(\text{H}_2\text{O})_y$. Funktionelle Gruppen: Hydroxy –OH und Carbonyl C=O (Aldehyd oder Keton). Endung „-ose“; Aldohexose = 6 C + Aldehydgruppe.

Optische Aktivität: C-Atome mit vier verschiedenen Resten drehen die Schwingungsebene von Licht — zwei Anordnungen wie Bild und Spiegelbild (Enantiomere). Fischer-Projektion: rechts/links vor die Zeichenebene, oben/unten hinter die Ebene, Carbonyl-C nach oben; OH am vorletzten C rechts → **D-Zucker**, sonst L-Zucker. Haworth-Projektion: Ringsauerstoff hinten/rechts hinten, anomeres C rechts im Ring; α: neue OH am anomeren

C nach unten, β : nach oben. Merkhilfen: OH im Fischer rechts $\Rightarrow$ im Haworth unten. D-Zucker $\Rightarrow$ letztes C (CH_2OH) im Haworth oben.

Monosaccharide: D-Glucose/Glu (Aldohexose, Traubenzucker), D-Fructose/Fru (Ketohexose, Fruchtzucker), D-Mannose/Man, D-Galactose/Gal (Teil des Milchzuckers), D-Ribose/Rib (Aldopentose, in RNA/DNA).

Disaccharide:

DISACCHARID	TRIVIALNAME	VERKNÜPFUNG
Saccharose	Haushaltszucker	1,2- α -D-Glu- β -D-Fru
Maltose	Malzzucker	1,4- α -D-Glu- α -D-Glu
Lactose	Milchzucker	1,4- β -D-Gal-D-Glu

Polysaccharide:

NAME	STRUKTUR	VORKOMMEN
Stärke – Amylose	1,4- α -D-Glu, unverzweigt (~25 %)	Pflanzen, Energiespeicher
Stärke – Amylopektin	1,4- α -D-Glu, 1,6-Verzweigung alle 25 Ringe (~75 %)	Pflanzen
Glykogen	1,4- α -D-Glu, 1,6-Verzweigung alle 10 Ringe	Mensch, Muskel/Leber
Cellulose	1,4- β -D-Glu, 100–10 000 Einheiten	Pflanzen, Gerüstmolekül

Klassischer Prüfungspunkt: Stärke und Cellulose bestehen beide nur aus Glucose — einziger Unterschied α gegen β . Deshalb ist Stärke Nahrung, Cellulose ein unverdaulicher Ballaststoff: dem Menschen fehlt das Enzym für die β -Verknüpfung.

Oxidierbarkeit – der Benedict-Test: Zucker mit freier OH-Gruppe am anomeren C öffnen in Lösung ihren Ring; die freie Aldehydgruppe wird oxidiert. Durchführung: Zucker + Benedict-Lösung, heißes Wasserbad. Positiv: blau $\rightarrow$ orange/rot, rotes Cu_2O fällt aus.

ZUCKER	BENEDICT	BEGRÜNDUNG
Glucose	positiv	freies anomeres C $\rightarrow$ Ring öffnet sich $\rightarrow$ Aldehyd wird oxidiert
Fructose	positiv	Ketogruppe lagert sich zur Aldehydgruppe um
Maltose, Lactose	positiv	ein anomeres C bleibt frei (1,4-Verknüpfung)
Saccharose	negativ	1,2-Verknüpfung: beide anomeren C gebunden (Vollacetal), kein Ringöffnen möglich
Stärke, Cellulose	praktisch negativ	nur ein freies Ende auf tausende Ringe — zu wenig für sichtbaren Nachweis

Typische Prüfungsfrage mit Musterantwort

„Sie führen bei Glucose, Fructose und Saccharose einen Benedict-Test durch. Sagen Sie das Ergebnis voraus und begründen Sie.“ Musterantwort (Stichworte): Glucose positiv (freies anomeres C, Ring öffnet, Aldehyd oxidierbar). Fructose positiv (Keto-Enol-Umlagerung zur Aldehydform). Saccharose negativ (1,2-Vollacetal, beide anomeren C gebunden, kein Ringöffnen).

Häufige Fehler

- Saccharose für reduzierend/Benedict-positiv halten — genau das ist der klassische Fallstrick, weil sie „ja auch ein Zucker“ ist.
- Fructose als Keton für Benedict-negativ halten und die Keto-Enol-Umlagerung vergessen.
- α und β in der Haworth-Projektion vertauschen.
- Stärke und Cellulose nur über „pflanzlich/tierisch“ statt über α/β -Verknüpfung unterscheiden.

6. Zwitterionische Struktur der Aminosäuren (Beiblatt-Thema 2)

Das musst du können:

- Die Grundstruktur aller natürlichen Aminosäuren zeichnen und erklären.
- Erklären, wie und warum das Zwitterion entsteht (Donator-Akzeptor).
- Die Form der Aminosäure bei saurem, neutralem und basischem pH angeben.
- Drei Eigenschaften nennen, die aus der Zwitterionenstruktur folgen.
- Die Peptidbindung als Amidbindung erklären.

Kernwissen

Alle natürlichen Aminosäuren sind 2-Aminocarbonsäuren (ältere Bezeichnung „ α -Aminosäure“): **$H_2N-CHR-COOH$** . Sie unterscheiden sich nur im Rest R am 2. C — z. B. Glycin (R = H), Alanin (R = CH_3), Serin (R = CH_2OH), Cystein (R = CH_2SH). 20 natürliche Aminosäuren bauen Proteine auf.

Da die Aminosäure eine Säure (Carboxygruppe) **und** eine Base (Aminogruppe) im selben Molekül trägt, gibt sie sich das Proton selbst — ein innermolekularer Donator-Akzeptor-Übergang:



Nach außen ist das Teilchen neutral (die Ladungen heben sich auf), innen aber zweifach geladen — das **Zwitterion**.

pH-Abhängigkeit:

MILIEU	FORM	GESAMTLADUNG
stark sauer	$H_3N^+-CHR-COOH$	positiv (Kation)
neutral	$H_3N^+-CHR-COO^-$	nach außen neutral (Zwitterion)
stark basisch	$H_2N-CHR-COO^-$	negativ (Anion)

Eigenschaften aus der Zwitterionenstruktur: hohe Schmelzpunkte/feste kristalline Stoffe (Anziehung wie bei Ionen, Brücke zu Thema 1), gute Wasserlöslichkeit, Pufferwirkung (nimmt H^+ auf und ab). Optische Aktivität: alle Aminosäuren außer Glycin tragen vier verschiedene Reste am 2. C.

Peptidbindung: Aminogruppe der einen + Carboxygruppe der anderen Aminosäure kondensieren unter Wasserabspaltung zur Amid- bzw. Peptidbindung $\rightarrow$ Peptide/Proteine. Das ist dieselbe Reaktion wie die Polyamid-Bildung in Thema 8.

Typische Prüfungsfrage mit Musterantwort

„Zeichnen Sie die allgemeine Struktur einer Aminosäure und erklären Sie, warum sie in Wasser als Zwitterion vorliegt.“ Musterantwort (Stichworte): $\text{H}_2\text{N}-\text{CHR}-\text{COOH}$, trägt Säure (COOH) und Base (NH_2) im selben Molekül. COOH gibt Proton ab (Donator), NH_2 nimmt es auf (Akzeptor) $\rightarrow \text{H}_3\text{N}^+-\text{CHR}-\text{COO}^-$. Nach außen neutral, innen geladen.

Häufige Fehler

- Zwitterion mit einem einfach geladenen Ion verwechseln — es ist nach außen neutral, nicht geladen.
- Glycin für optisch aktiv halten ($\text{R} = \text{H} \rightarrow$ nur zwei statt vier verschiedene Reste).
- Bei saurem und basischem Milieu Kation/Anion vertauschen.
- Peptidbindung für eine Esterbindung halten statt für eine Amidbindung.

7. Cracken und Verbrennen organischer Moleküle (Beiblatt-Thema 3)

Das musst du können:

- Die Verbrennungsgleichung eines Alkans aufstellen und ausgleichen.
- Erklären, was bei Sauerstoffmangel entsteht.
- Cracken als Eliminierung erklären und begründen, warum man es macht.
- Erklären, dass die Cracking-Produkte nicht eindeutig sind.

Kernwissen

Vollständige Verbrennung: mit genügend Sauerstoff entsteht aus organischen Stoffen $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ immer CO_2 und H_2O . Beispiel Feuerzeug (Butan): $2 \text{C}_4\text{H}_{10} + 13 \text{O}_2 \rightarrow 8 \text{CO}_2 + 10 \text{H}_2\text{O}$ Ausgleichs-Trick: erst C, dann H, zuletzt O ausgleichen; bei ungerader O-Zahl die ganze Gleichung verdoppeln. Unvollständige Verbrennung (zu wenig O_2): es entsteht CO (giftig) oder sogar C (Ruß). Einordnung: Verbrennung ist die vollständige Oxidation ($\rightarrow$ Thema 4).

Cracken: aus langkettigen Alkanen werden kurzkettige Alkane und Alkene — Reaktionsgrundtyp **Eliminierung**. Warum: Erdöl enthält viel zu lange Alkane, gebraucht werden kurze Alkane (Benzin) und kurze Alkene (Kunststoffherstellung). Durchgeführt in der Petrochemie. Produkte sind **nicht eindeutig** — pro Spaltung entsteht ein Alkan + ein Alken, die Bruchstelle ist zufällig (Beispiel Butan $\rightarrow$ Methan + Propen **oder** Ethan + Ethen). Merke: Summe der C-Atome der Produkte = C-Atome des Edukts.

Typische Prüfungsfrage mit Musterantwort

„Im Feuerzeug verbrennt Butan, in der Raffinerie wird Butan gecrackt. Erklären Sie beide Vorgänge und stellen Sie die Verbrennungsgleichung auf.“ Musterantwort (Stichworte): Verbrennung mit genug $\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, Gleichung $2 \text{C}_4\text{H}_{10} + 13 \text{O}_2 \rightarrow 8 \text{CO}_2 + 10 \text{H}_2\text{O}$, bei O_2 -Mangel CO/Ruß. Cracken = Eliminierung, langes Alkan $\rightarrow$ kurzes Alkan + Alken, Bruchstelle zufällig, Grund: Erdöl hat zu viele lange Alkane, gebraucht werden kurze.

Häufige Fehler

- Die Verbrennungsgleichung nicht ausgleichen oder die Reihenfolge $\text{C} \rightarrow \text{H} \rightarrow \text{O}$ nicht einhalten.
- Cracken für eine Verbrennung oder umgekehrt halten.

- Behaupten, Cracken liefere immer dieselben Produkte — die Bruchstelle ist zufällig.

8. Polymere: Polymerisation von Alkenen, Polykondensation zu Polyestern und Polyamiden (Beiblatt-Thema 4)

Das musst du können:

- Polymerisation von Alkenen, Polyaddition und Polykondensation unterscheiden.
- Erklären, warum bei der Alken-Polymerisation nur die Doppelbindungs-C in die Kette kommen.
- Die Monomere von Polyester und Polyamid nennen und erklären, warum sie bifunktionell sein müssen.
- Proteine als natürliche Polyamide erklären (Brücke zu Thema 6).

Kernwissen

Bei einer Polymerisierung werden viele kleine Moleküle (**Monomere**) zu langen Molekülen (**Polymere**) zusammengefügt.

Einteilung nach Eigenschaften: Elastomere (kehren nach Verformung zurück), Thermoplaste (in der Wärme verformbar), Duromere (hart, nicht verformbar).

Einteilung nach Herstellung:

TYP	WAS PASSIERT
Polymere aus Alkenen	Doppelbindungen öffnen sich, kein Nebenprodukt
Polyaddition	zwei funktionelle Gruppen verbinden sich, kein Nebenprodukt
Polykondensation	zwei funktionelle Gruppen verbinden sich, kleines Molekül (meist Wasser) wird abgespalten

a) Polymerisation von Alkenen: die Doppelbindungs-C verbinden sich zu einer langen Kette aus Einfachbindungen. Achtung: **Nur die Doppelbindungs-C bilden die durchgehende Kette**, alles andere hängt seitlich als Rest dran. Aus Propen wird so Polypropen (PP). Reaktionstyp: Addition — nichts wird abgespalten, Summenformel des Polymers = $n \times$ Summenformel des Monomers.

b) Polykondensation — Polyester und Polyamide: dieselbe Reaktion wie Ester- bzw. Amidbildung, nur vielfach hintereinander:

POLYMER	MONOMERE	NEUE BINDUNG	BEISPIEL
Polyester	Dicarbonsäure + Diol	Ester $-\text{CO}-\text{O}-$, Wasser abgespalten	PET, Getränkeflaschen
Polyamid	Dicarbonsäure + Diamin	Amid $-\text{CO}-\text{NH}-$, Wasser abgespalten	Nylon „PA 6.6“, Strümpfe, Fallschirme

Entscheidende Bedingung: Jedes Monomer braucht **zwei** funktionelle Gruppen (bifunktionell) — sonst bricht die Kette nach dem ersten Schritt ab. „Polyamid 6.6“ heißt so, weil beide Monomere je 6 C-Atome haben. Natur-Vergleich: **Proteine sind Polyamide** — die

Peptidbindung (Thema 6) ist eine Amidbindung. Alle Polykondensate lassen sich durch Hydrolyse wieder spalten.

Wichtige Kunststoffe: PE (Polyethen, Folien), PP (Polypropen, Flaschen), PVC (Fußboden, Spielzeug), PTFE/Teflon (Pfannenbelag), PS/Styropor (Isolierung), PET (Getränkeflaschen, Polykondensat), PA/Nylon (Gewebe, Polykondensat), PC (CDs, DVDs).

Typische Prüfungsfrage mit Musterantwort

„Eine PET-Flasche und eine PE-Folie sind beide Kunststoffe, entstehen aber auf völlig verschiedenen Wegen. Erklären Sie den Unterschied.“ Musterantwort (Stichworte): PE aus Ethen-Monomeren, Addition, Doppelbindung öffnet sich, kein Nebenprodukt. PET aus Dicarbonsäure+Diol, Polykondensation, Esterbindung, Wasser wird abgespalten. Beide bifunktionell nötig bei PET, bei PE reicht die Doppelbindung.

Häufige Fehler

- Polyaddition und Polykondensation verwechseln — der Unterschied ist die Wasserabspaltung.
- Annehmen, bei der Alken-Polymerisation würden alle Atome Teil der Hauptkette.
- Bei Polyester/Polyamid die Monomere vertauschen (Diol statt Diamin oder umgekehrt).

Querverbindungen — damit punktet man mündlich

VERBINDUNG WIE MAN SIE FORMULIERT

Thema 1 ↔ 6	Aminosäuren sind als Zwitterionen quasi Salze — deshalb viel höhere Schmelzpunkte, als die Masse vermuten lässt.
Thema 7 ↔ 2	Cracken ist eine Eliminierung; die entstehenden Alkene gehen anschließend Additionen und Polymerisationen ein.
Thema 8 ↔ 6	Proteine sind Polyamide der Natur — dieselbe Amidbindung wie im Nylon, dieselbe Kondensation.
Thema 2 ↔ 3	Die Halbacetalbildung ist eine nucleophile Addition, die Acetalbildung eine Kondensation.
Thema 3 ↔ 5	Der Zuckerring ist ein Halbacetal; die glycosidische Bindung im Disaccharid ist ein Vollacetal.
Thema 5 ↔ 4	Der Benedict-Test funktioniert nur, weil die freie Aldehydgruppe zur Carbonsäure oxidiert wird.
Thema 7 ↔ 4	Verbrennung ist vollständige Oxidation — CO ₂ ist die höchste Oxidationsstufe des Kohlenstoffs.

Zusammenfassung (3 Zeilen): Acht Stoffgebiete, alle organische Chemie, geprüft wird mündlich 15–30 Min. mit vermutlich zwei bis drei Themen — deshalb lohnt sich breites statt punktuelles Lernen. Die Reihenfolge in diesem Heft folgt der Lernlogik (Siedepunkte → Reaktionsmechanismen → Oxidation → Zucker/Aminosäuren → Cracken/Polymere als Zusammenfassung), nicht der Beiblatt-Nummerierung — die Zuordnung steht in der Tabelle am Anfang. Jedes Thema hat denselben Aufbau: was du können musst, das Kernwissen

knapp, eine Beispielfrage mit Musterantwort, und die Fehler, die am häufigsten passieren
— wer die Fehlerlisten kennt, hat die halbe Prüfung schon gewonnen.