

2023

Abitur

Original-Prüfungsaufgaben
mit Lösungen

**MEHR
ERFAHREN**

Gymnasium

Chemie

+ Aufgaben zum Kolloquium

ActiveBook
Interaktives
Training

Original-Prüfungsaufgaben
2022 zum Download

STARK

Inhalt

Vorwort
Stichwortverzeichnis

Hinweise und Tipps zum Abitur

1	Ablauf der Prüfung	I
2	Inhalte der Prüfungsaufgaben	II
3	Leistungsanforderungen	VI
3.1	Inhaltsbezogene Anforderungen	VI
3.2	Methodenbezogene Anforderungen	VIII
3.3	Aufgabenstruktur und Aufgabentypen	VIII
3.4	Bewertung der Aufgaben	IX
4	Anforderungsbereiche und Operatoren	X
5	Methodische Hinweise und allgemeine Tipps zur schriftlichen Prüfung	XIII
5.1	Lösungsplan zur Bearbeitung der Aufgaben	XIV
5.2	Tipps zur Analyse von Tabellen, Diagrammen und Abbildungen	XVI
5.3	Häufig anzutreffende Fehlertypen im Fach Chemie	XVII
6	Tipps zur mündlichen Prüfung	XVIII
6.1	Mündliche Prüfungsformen im Abitur	XVIII
6.2	Ablauf Kolloquium	XVIII
6.3	Inhalte der mündlichen Abiturprüfung	XX
6.4	Beurteilung der Leistung	XXIII
6.5	Themenbereiche für die Kolloquiumsprüfung	XXIII
	Beispiel-Beurteilungsbogen Referat	XXV
Anhang		XXVI

Beispiele zu Kolloquiumsprüfungen

Kolloquiumsprüfung 1: Kunststoffe	1
Kolloquiumsprüfung 2: Fette und Tenside	4
Kolloquiumsprüfung 3: Elektrochemische Stromerzeugung	6

Abituraufgaben 2017

Aufgabe A 1: Polyhydroxybuttersäure	2017-1
Aufgabe A 2: Tropische Pilze	2017-6
Aufgabe B 1: Kartoffel und Maniok	2017-12
Aufgabe B 2: Methanol	2017-17
Aufgabe C 1: Lachs	2017-24
Aufgabe C 2: Leistungssport	2017-32

Abituraufgaben 2018

Aufgabe A 1: Zahnpasta	2018-1
Aufgabe A 2: Kaffee	2018-7
Aufgabe B 1: Dimethylamin	2018-13
Aufgabe B 2: Nachwachsende Rohstoffe	2018-21
Aufgabe C 1: Retinal	2018-26
Aufgabe C 2: Hühnereier	2018-32

Abituraufgaben 2019

Aufgabe A 1: Wackelpudding	2019-1
Aufgabe A 2: Proteinshakes	2019-6
Aufgabe B 1: Abwasserreinigung	2019-11
Aufgabe B 2: Konservierungsstoffe	2019-17
Aufgabe C 1: Chlor	2019-23
Aufgabe C 2: Meerwasser und Technik	2019-28

Abituraufgaben 2020

Aufgabe A 1: Lupinen	2020-1
Aufgabe A 2: Süßstoffe	2020-7
Aufgabe B 1: Organische Verbindungen als Energieträger	2020-13
Aufgabe B 2: Fleckentfernung	2020-19
Aufgabe C 1: Grüner Tee	2020-25
Aufgabe C 2: Polystyrol	2020-31

Abituraufgaben 2021

Aufgabe A 1: Zahngesundheit	2021-1
Aufgabe A 2: Manuka-Honig	2021-8
Aufgabe B 1: Babyprodukte	2021-14
Aufgabe B 2: Sonnencreme	2021-21
Aufgabe C 1: Brom	2021-28
Aufgabe C 2: Süßes Hefegebäck	2021-34

Abituraufgaben 2022

Aufgaben www.stark-verlag.de/mystark
Sobald die Original-Prüfungsaufgaben 2022 freigegeben sind, können Sie sie als PDF auf der Plattform MyStark herunterladen (Zugangscodes vgl. Farbseiten vorne im Buch).

Lösungen der Aufgaben:

Thomas Gerl

Vorwort

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

das vorliegende Buch ermöglicht es Ihnen, sich effizient auf die Abiturprüfung im Fach Chemie vorzubereiten und dient Ihnen bereits während der Qualifizierungsphase als wertvolle Unterstützung bei der Festigung der im Unterricht erworbenen Kenntnisse.

Die **Hinweise und Tipps zum Abitur** helfen Ihnen dabei, sich mit den formalen Rahmenbedingungen für die schriftliche Abiturprüfung in Chemie vertraut zu machen. Sie erhalten Informationen über den Ablauf der Prüfung und über Struktur und Inhalt der Aufgaben. Zudem erhalten Sie nützliche Tipps zu den Anforderungsbereichen und den verwendeten Operatoren sowie zur Auswertung von Materialien, die Ihnen bei den Aufgaben begegnen werden.

Das Buch enthält die **Abiturprüfungen 2017 bis 2022**. Sobald die **Abschlussprüfung 2022** freigegeben ist, kann sie als PDF auf der Plattform MyStark heruntergeladen werden.

Zu allen Aufgaben wurden **ausführliche Lösungen** formuliert, die Ihnen dabei helfen, den Lösungsweg nachzuvollziehen. Die durch graue Rauten hervorgehobenen Bearbeitungshinweise bieten Ihnen wertvolle Tipps zum Lösungsansatz und wichtige Zusatzinformationen.

Lernen Sie gerne am **PC** oder **Tablet**? Nutzen Sie das **ActiveBook** auf der Plattform **MyStark**, um mithilfe von interaktiven Aufgaben Ihr chemisches Fachwissen effektiv zu trainieren (vgl. Farbseiten vorne im Buch).



Sollten nach Erscheinen dieses Bandes noch wichtige Änderungen in der Abitur-Prüfung 2023 vom Kultusministerium bekannt gegeben werden, sind aktuelle Informationen dazu online auf der Plattform MyStark abrufbar.

Viel Erfolg bei Ihrer Abiturprüfung!

Hinweise und Tipps zum Abitur

1 Ablauf der Prüfung

Alle Schüler*innen, die sich für Chemie als schriftliches Abiturfach entschieden haben, schreiben ihre Abiturklausur am selben Tag. Landesweit erhalten die Schüler*innen dieselben Prüfungsaufgaben. Die zentral gestellten Aufgaben gliedern sich in drei Blöcke A, B und C. Jeder Block besteht aus zwei Aufgaben zu je 40 Bewertungseinheiten. Die Lehrkraft wählt je eine Aufgabe aus dem Block A, dem Block B und dem Block C aus, die die Schüler*innen dann bearbeiten. Für die Schüler*innen gibt es keine Auswahlmöglichkeit, d. h., sie bearbeiten alle drei von der Lehrkraft ausgewählten Aufgaben. Jede Aufgabe umfasst dabei 40 Bewertungseinheiten, sodass die Schüler*innen maximal 120 Bewertungseinheiten erreichen können.

Die Bearbeitungszeit beträgt für die Klausur 180 Minuten.

Als Hilfsmittel, die während der Abiturprüfung verwendet werden können, sind

- ein wissenschaftlicher, nicht programmierbarer Taschenrechner,
- ein Periodensystem,
- eine vom Staatsministerium für Unterricht und Kultus genehmigte naturwissenschaftliche Formelsammlung und
- ein deutsches Wörterbuch
zugelassen.

Aufbau der Prüfungsaufgaben

Die Inhalte der Prüfungsaufgabenblöcke sind nicht thematisch vorgegeben, d. h. mit großer Wahrscheinlichkeit werden innerhalb eines Aufgabenblockes Lerninhalte aus verschiedenen Semestern der Qualifizierungsphase abgeprüft. Zusätzlich können Inhalte zum Grundwissen der vorangegangenen Jahrgangsstufen Gegenstand der Abiturprüfung sein.

Eine Überschneidung der Themenbereiche zwischen dem A-, B- oder C-Teil der Abiturprüfung wird von den Aufgabenstellern vermieden.

2 Inhalte der Prüfungsaufgaben

Grundlage für die zentral gestellten schriftlichen Aufgaben der Abiturprüfung sind die verbindlichen Vorgaben der Lehrpläne für die gymnasiale Oberstufe aus dem Jahr 2009. Die Lehrpläne lassen sich unter folgender Internetadresse abrufen:

http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/id_26195.html

In der folgenden Tabelle finden Sie die fachspezifischen **Themenbereiche** des gültigen Lehrplans im Fach Chemie für das achtjährige Gymnasium und einen Verweis auf entsprechende Aufgabenbeispiele in diesem Buch. Wegen der **Covid-19-Pandemie** gab es auch im Schuljahr 2021/22 Unterrichtseinschränkungen. Daher sind für die **schriftliche Abiturprüfung 2023** einige Themen der Jahrgangsstufe 12 **nicht prüfungsrelevant**. Diese sind in der Tabelle *kursiv* und in eckige Klammern gesetzt (Stand: Mai 2022).

Auf Grund des dynamischen Infektionsgeschehens lohnt es sich, vor der schriftlichen Abiturprüfung 2023 den aktuellen Stand der Regelungen auf den offiziellen Internetseiten des Instituts für Schulqualität und Bildungsforschung Bayern (ISB) zu verfolgen.

Lehrplaninhalte	Aufgabenbeispiel
Jahrgangsstufe 11 Aromatische Kohlenwasserstoffe <ul style="list-style-type: none">• Benzol als Aromat: Eigenschaften, Verwendung, Umwelt- und Gesundheitsaspekte• Mesomerie durch delokalisierte Elektronensysteme: Regeln zur Aufstellung von Grenzstrukturformeln, Mesomerieenergie• Halogenierung als elektrophile Substitution • Einfluss des Phenylrests auf die Acidität am Beispiel von Phenol und Anilin; Vergleich mit aliphatischen Alkoholen, Aminen und Carbonsäuren	17/C1/1.3, 21/B2/2.2 18/A1/2.1, 19/B1/2.1, B2/4.1, 21/B1/3.1 19/B1/2.1, B2/4.4, 20/C1/1.1/1.3, 20/C2/4
Struktur und Eigenschaften von Farbstoffen <ul style="list-style-type: none">• strukturelle Voraussetzungen von Lichtabsorption und Farbigkeit: delokalisierte Elektronensysteme, Einfluss von Substituenten • Naturfarbstoffe: Absorptionsspektrum von Chlorophyll• Azofarbstoffe als synthetische Farbstoffe: Struktur, Synthese (mit Mechanismus), Funktionsprinzip eines Indikators• Färbeverfahren: Küpenfärbung am Beispiel des Indigos	17/C1/3, C2/3.2 18/C1/6, C2/2, 19/A1/2.1, A2/3.1, 20/B2/2, 21/A1/4 17/C1/3.2, 19/A1/2.2, 20/B2/2, 3, 21/A1/4

• Überprüfen auf Vollständigkeit

- Kontrollieren Sie, ob Sie alle Bedingungen und Aspekte der Aufgabenstellung (unter Einbeziehung der Materialien zu den Teilaufgaben) erfasst haben.
- Prüfen Sie, ob alle wesentlichen Inhalte berücksichtigt wurden.
- Überprüfen Sie, ob das vorgegebene Material sinnvoll und angemessen ausgewertet wurde.
- Lesen Sie den Text noch einmal durch und berichtigen Sie eventuelle Fehler in der Grammatik, Rechtschreibung oder Zeichensetzung.
- Kennzeichnen Sie in Ihrer Angabe, welche Aufgaben Sie bereits bearbeitet haben bzw. welche Aufgaben Sie auslassen mussten.
- Zuletzt sollten Sie die Seiten vollständig durchnummerieren und auf jedes Einzelblatt Ihren Namen schreiben.

5.2 Tipps zur Analyse von Tabellen, Diagrammen und Abbildungen

Ein Bestandteil der Aufgabenstellungen im Fach Chemie kann auch die Analyse von Material in Form von Tabellen sowie Grafiken sein.

In **Tabellen** sind oft Daten aus chemischen Experimenten zusammengefasst. Eine andere Art der Präsentation von Zahlenmaterial sind **Diagramme**. Zur Auswertung einer Tabelle oder eines Diagramms dient ein Fragenkatalog, mit dem alle wesentlichen Aspekte erfasst werden können:

- Welche Größen sind in der Tabelle/dem Diagramm dargestellt? Achten Sie auf die Überschriften und den Begleittext sowie die Achsenbeschriftungen.
- Welcher Diagrammtyp liegt vor (z. B. Säulendiagramm, Energiediagramm)?
- Welche Größen sind gegeneinander aufgetragen? Welche ist die unabhängige, welche die abhängige Größe?
- Was sind die Bezugsgrößen: Zahlenarten (absolute Zahlen, Prozentzahlen, logarithmische Auftragung), Zahlenwerte (gerundet, geschätzt, vorläufig), Skaleneinteilungen (linear, logarithmisch, Größenordnungen, ...)?
- Welche Auffälligkeiten/Tendenzen sind zu erkennen?
- Welche Kategorien werden miteinander in Beziehung gesetzt (z. B. bei Tabellen in Kopfzeile, Spalten und Vorspalten)?
- Welche Hauptaussagen lassen sich formulieren (Trends/Tendenzen)?
- Welche Teilaussagen lassen sich treffen (Minima, Maxima, Zunahme, Abnahme, Stagnation, Zahlensprünge, Anomalien, Gleichmäßigkeiten und regelhafte Verläufe, unterschiedliche Phasen, Wechselbeziehungen zwischen verschiedenen Variablen/Merkmalen usw.)?
- Welcher Arbeitsauftrag ist mit dem Diagramm/der Tabelle verbunden? (Unabhängig davon sollten Sie Ihrer Lösung immer eine knappe Beschreibung der in der Tabelle oder der Darstellung enthaltenen Gegebenheiten im Rahmen der jeweiligen Fragestellungen voranstellen. Geben Sie dabei die markanten Punkte (Minima, Maxima) mit den Zahlenwerten an.)
- Welche Antwort gibt die Tabelle/das Diagramm auf die Fragestellung?
- Welche Aussagen werden durch die Daten nahegelegt?

- Was sind mögliche Ursachen für die der Tabelle/dem Diagramm entnommenen Sachverhalte?
- Welche neuen Fragen werden durch die Informationen der Tabelle/des Diagramms aufgeworfen?

Abbildungen in der Chemie zeigen meist entweder Strukturen (z. B. einen Formelausschnitt, Elektrolysezelle) oder Prozesse (z. B. Herstellung von Aluminium). Der erste Schritt Ihrer Lösung sollte auch hier immer darin bestehen, die bildlich dargestellte Information in Worte zu fassen („Untertitel“ der Abbildung), d. h. die Abbildung zu beschreiben. Die weitere Analyse ist dann sehr stark von der Art der Abbildung und der damit verbundenen Fragestellung abhängig. Aber auch hier helfen einige Grundfragen weiter:

- Wie ist die Abbildung zustande gekommen? Ist es z. B. die Skizze zur Struktur von Eiweiß oder die schematische Darstellung eines Experiments? (Beachten Sie dabei auch den vorangestellten Text, die Bildunterschrift und die angegebene Quelle.)
- Was wissen Sie über die dargestellten Strukturen oder Abläufe? Welche Fachbegriffe können Sie zuordnen?
- Was sind die wichtigen Merkmale der dargestellten Objekte oder Sachverhalte? Vergleichen Sie Teilabbildungen miteinander. Formulieren Sie Kern- und Teilaussagen.
- Welche Arbeitsanweisung ist mit der Abbildung verknüpft? Sollen Sie z. B. die Abbildung zur Erläuterung eines Sachverhaltes verwenden oder wird von Ihnen eine Hypothese über den Ablauf des dargestellten Experiments erwartet?
- Welche für die Beantwortung der Fragestellung relevanten Informationen lassen sich aus den Darstellungen entnehmen und welche Fragen stellen sich?
- Welche Ursachen und Mechanismen könnten hinter den dargestellten Prozessen stecken? Wie sind auftretende Besonderheiten zu erklären?

5.3 Häufig anzutreffende Fehlertypen im Fach Chemie

- **Reaktionsgleichungen:** Achten Sie genau darauf, dass die Reaktionsgleichungen ausgeglichen sind. Kontrollieren Sie die Anzahl der einzelnen Atomarten auf beiden Seiten der Gleichung und die Anzahl der Ladungen.
- **Valenzstrichformeln, Strukturformeln:** Überprüfen Sie die Anzahl der Bindungsstriche bzw. Valenzstriche. Dividieren Sie einfach die Gesamtzahl der Außenelektronen durch 2. Beachten Sie weiterhin die Anzahl der Bindungen, die von einem Atom ausgehen (z. B. jedes C-Atom genau 4 Bindungen, jedes H-Atom genau 1, ...). Achten Sie beim Erstellen von Strukturformeln oder mesomeren Grenzformeln darauf, dass eine Oktettaufweitung erst für Atome ab der dritten Periode des PSE erlaubt und möglich ist.
- **Stoffe und Teilchen unterscheiden:** Bei Erläuterungen und Darstellungen ist häufig nach Zusammenhängen zwischen der Stoffebene und der Teilchenebene gefragt. Es ist wichtig, dass Sie durch korrekten Ausdruck und durch Verwendung der Fachsprache die beiden Ebenen nicht vermischen.
- **Stöchiometrie, Rechnen mit Einheiten:** Grundsätzlich sind die Ergebnisse **mit Einheiten** anzugeben, ein fehlender aufgabenbezogener Antwortsatz führt sehr

häufig zum Punktverlust. Nutzen Sie Teile der Aufgabenstellung zur korrekten Formulierung des Antwortsatzes. Beachten Sie die gesuchten Größen und prüfen Sie, ob die Einheiten passend dazu angegeben sind. Ordnen Sie den Größen in Klammern immer den jeweiligen Stoff zu.

- **Notieren von offensichtlich falschen Ergebnissen:** Prüfen Sie, ob das Ergebnis Ihrer Rechnung die richtige Größenordnung besitzt. Diese lässt sich anhand der gegebenen Größen, die in die Rechnung eingehen, oft schon abschätzen. Bei offensichtlich falschen Ergebnissen, die Sie während der Prüfungszeit nicht mehr korrigieren können, sollten Sie unbedingt einen kurzen Hinweis geben („Das korrekte Ergebnis müsste im Bereich ... liegen.“), sodass Sie noch Bewertungspunkte „retten“ können – erst recht dann, wenn Sie vielleicht sogar die Fehlerquelle umreißen können.

6 Tipps zur mündlichen Prüfung

6.1 Mündliche Prüfungsformen im Abitur

Grundsätzlich unterscheidet man im bayrischen Abitur zwei Formen der mündlichen Prüfung:

1. Das Kolloquium im 4. und 5. Abiturfach als **Bestandteil** der regulären Abiturprüfung.
2. Die (freiwillige) mündliche Zusatzprüfung zur Notenverbesserung **nach** der Abiturprüfung.

Die folgenden Ausführungen konzentrieren sich im Wesentlichen auf die Kolloquiumsprüfung, da die mündliche Zusatzprüfung nur in seltenen Fällen zur Anwendung kommt. Sie soll der reinen Notenverbesserung in Fächern mit schriftlicher Abiturprüfung dienen und ist dementsprechend in allen Fällen freiwillig, wenn das Abitur bestanden wurde.

6.2 Ablauf Kolloquium

Die Gymnasiale Schulordnung Bayerns (= GSO) regelt den Ablauf der mündlichen Prüfung im 4. bzw. 5. Abiturfach. Es gilt dabei GSO § 50 (2) Satz 1, 4 und 6:

„Das Kolloquium gliedert sich in zwei Prüfungsteile von je etwa 15 Minuten Dauer:

1. *Kurzreferat der Schülerin oder des Schülers zum gestellten Thema (ca. 10 Minuten) aus dem gewählten Prüfungsschwerpunkt sowie ein Gespräch ausgehend vom Kurzreferat;*
2. *Gespräch zu den Lerninhalten aus zwei weiteren Ausbildungsabschnitten. [...]“*

Spätestens vier Wochen vor dem vom Prüfungsausschuss festgesetzten Prüfungstermin entscheidet sich die Schülerin oder der Schüler für einen der angebotenen Themenbereiche. [...]

Das Thema wird der Schülerin oder dem Schüler etwa 30 Minuten vor Prüfungsbeginn schriftlich bekannt gegeben.“

Mit anderen Worten bedeutet dies, dass das Kolloquium in allen bayrischen Gymnasien nach folgendem Muster ablaufen muss:

Abiturprüfung 2021 Chemie (Bayern)
Aufgabe B2: Sonnencreme

BE

Die auf der Erdoberfläche ankommende UV-Strahlung liegt im Wellenlängenbereich von ca. 280 nm bis 380 nm. Sie trägt maßgeblich zur Entstehung von Hautkrebs bei. Zum Schutz vor Gefahren durch UV-Strahlung werden verschiedene Sonnencremes angeboten.

- 1 Oxybenzon ist ein wichtiger UV-Filter in Sonnencremes. Hergestellt wird dieser Stoff durch eine elektrophile aromatische Substitution aus den Edukten 3-Methoxyphenol und Benzoylchlorid (Abb. 1):

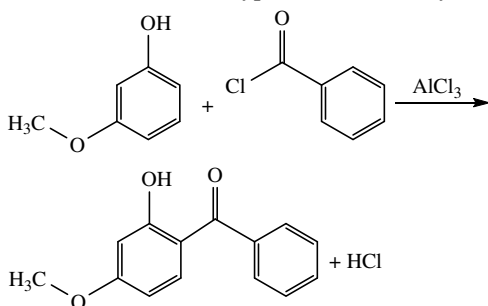


Abb. 1: Synthese von Oxybenzon aus 3-Methoxyphenol und Benzoylchlorid

Mithilfe des Katalysators Aluminium(III)-chlorid entsteht aus Benzoylchlorid das folgende Elektrophil (Abb. 2):

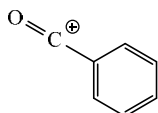


Abb. 2: Mesomere Grenzstruktur des Elektrophils bei der Synthese von Oxybenzon

Formulieren Sie ausgehend vom Elektrophil (Abb. 2) den Reaktionsmechanismus für die Synthese von Oxybenzon.

5

- 2 Die Wirkstoffe in Sonnencremes sollen beim Schwimmen nicht abgewaschen werden. Als UV-Filter mit ähnlicher Wirksamkeit stehen Triethanolammoniumsalicylat (Abb. 3) oder Homosalat (Abb. 4) zur Verfügung:

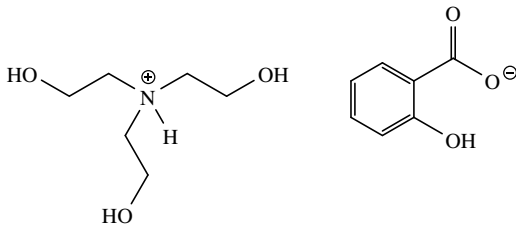


Abb. 3: Strukturformeln der Molekül-Ionen von Triethanolammoniumsalicylat

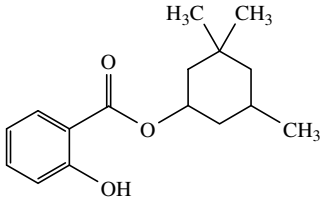


Abb. 4: Strukturformel von Homosalat

- 2.1 Beurteilen Sie, welcher der beiden UV-Filter länger anhaltenden UV-Schutz beim Schwimmen bietet. 4
- 2.2 Im Homosalat-Molekül liegen zwei Ringe aus je sechs Kohlenstoff-Atomen vor. Vergleichen Sie die Molekülgeometrie dieser beiden Ringstrukturen. 6
- 3 Damit sich die verschiedenen Komponenten einer Sonnencreme bei längerem Stehenlassen nicht entmischen, kann ihr „PEG-40 hydrogenated castor oil“ (PEG-40, Abb. 5) zugesetzt werden:

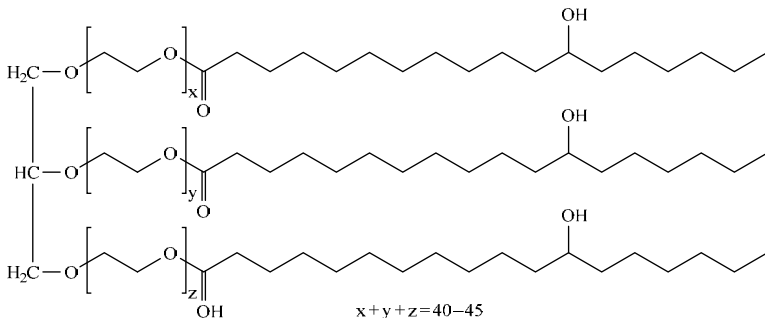


Abb. 5: PEG-40 hydrogenated castor oil

Dieser Stoff wird durch chemische Modifizierung von Rizinusöl hergestellt.

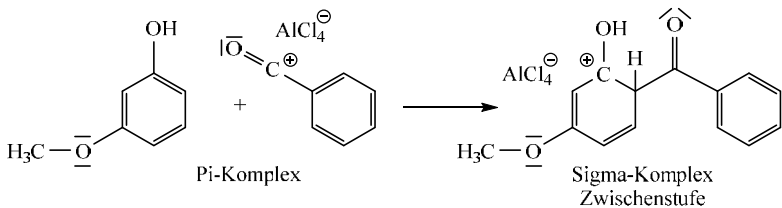
Vergleichen Sie das in Abbildung 5 dargestellte PEG-40-Molekül mit einem typischen Fett-Molekül. Stellen Sie eine Hypothese zur Erklärung der emulgierenden Wirkung von PEG-40 auf.

7

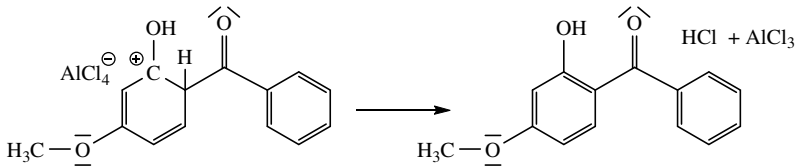
Lösungsvorschläge

1.1 Mechanismus der **elektrophilen Substitution**:

Schritt 1: Elektrophiler Angriff auf den elektronreichen Aromaten



Schritt 2: Rearomatisierung durch Abspaltung eines Protons



- 2.1 **Triethanolammoniumsalicylat** ist eine ionische Verbindung aus einem positiv geladenen Kation und einem negativ geladenen Anion. Zusätzlich tragen die organischen Ionen zahlreiche polare Hydroxy-Gruppen, sodass diese Substanz **hydrophil** ist. Dadurch wird dieser Stoff **wasserlöslich** und eignet sich somit nicht als Sonnenschutz beim Schwimmen. Die Substanz **Homosalat** eignet sich als Sonnenschutz beim Schwimmen besser, weil der Stoff **unpolarer** und damit **schlechter wasserlöslich** ist. Dadurch wird er weniger leicht von der Haut abgewaschen.
- 2.2 Die beiden Ringsysteme aus sechs Kohlenstoff-Atomen unterscheiden sich in ihrer Molekülgeometrie. Das **aromatische Ringsystem** ist **planar**, d. h., alle beteiligten Atome liegen in einer Ebene. Der Bindungswinkel beträgt 120° . Jedes C-Atom im aromatischen Ringsystem hat nur **drei Bindungspartner**, aliphatische C-Atome haben vier. Die **Bindungslänge** der C–C-Bindungen liegt im aromatischen Ringsystem zwischen jener einer Einfach- bzw. Doppelbindung und ist damit **kürzer** als die Bindungslänge der C–C-Bindung im aliphatischen Ringsystem. Hier beträgt der Bindungswinkel $109,5^\circ$, sodass die beteiligten Atome nicht alle in derselben Ebene liegen, sondern tetraedrisch angeordnet sind.
- 3 Sowohl PEG-40 als auch ein typisches Fett-Molekül haben einen **Glycerin-Teil**, an den drei weitgehend unpolare Fettsäurereste gebunden sind. Im Gegensatz zu einem typischen Fett-Molekül tragen die unpolaren Reste im PEG-40-Molekül jeweils eine Hydroxy-Gruppe. Zudem sind die unpolaren Reste nicht direkt mit der Glycerin-Komponente verestert. Zwischen den Fettsäure-

Resten und den drei Hydroxy-Gruppen des Glycerins befindet sich jeweils noch eine **Polyether-Komponente** mit variabler Länge. Diese ist mit den Fettsäuren über eine Esterbindung verknüpft.

PEG-40 ist **amphiphil**. Neben den unpolaren Fettsäure-Resten finden sich auch polare Bereiche im Molekül, da durch die vielfachen Ether-Gruppen zahlreiche Sauerstoff-Atome vorhanden sind. Somit hat PEG-40 sowohl hydrophile als auch lipophile Eigenschaften. Dadurch ist es in der Lage, die lipophilen Komponenten der Sonnencreme in Form von Micellen in der wässrigen Umgebung zu stabilisieren und so eine Emulsion zu bilden.

4.1 Es gilt das **Massenwirkungsgesetz**:

$$K_C = \frac{c^2(\text{Cl}_2) \cdot c(\text{TiO}_2)}{c(\text{O}_2) \cdot c(\text{TiCl}_4)}$$

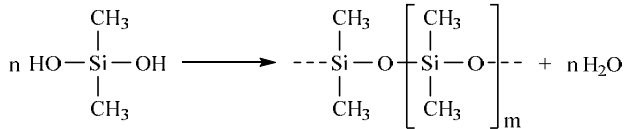
Feststoffe (z. B. TiO_2) und Flüssigkeiten (TiCl_4) gehen mit dem Faktor 1 in die Gleichung ein, sodass sich folgender Zusammenhang ergibt:

$$K_C = \frac{c^2(\text{Cl}_2)}{c(\text{O}_2)}$$

Da K_C unter den gegebenen Bedingungen weit größer als 1 ist, liegt das **Gleichgewicht** deutlich auf der Seite von Titandioxid und Chlor, d. h. auf der **Produktseite**.

4.2.1 Polydimethylsiloxan gehört zur Kunststoffklasse der **Silicone**.

Es lässt sich durch **Polykondensation** wie folgt herstellen:



4.2.2 Abbildung 7 zeigt, dass die **Viskosität** des Polymers mit der Anzahl an Repeitereinheiten in den Molekülen **steigt**. Je **mehr Monomere** verknüpft werden, desto höher ist die Molekülmasse der Polymere und auch ihre Oberfläche. Dadurch steigen die **zwischenmolekularen Wechselwirkungen**, wie z. B. die London'schen Kräfte (=VAN-DER-WAALS-Kräfte) und die Moleküle lassen sich nicht mehr so leicht gegeneinander verschieben.

/// 4.3 *Bei diesem Aufgabenformat sind alle relevanten Informationen für die Beantwortung der Aufgabe in Abbildung 8 bzw. der Tabelle gegeben. Sie müssen die Informationen nur in eigenen Worten wiedergeben und auf die Verwendbarkeit in Sonnencremes beziehen. Hier gibt es zahlreiche mögliche Lösungen. Im Folgenden wird ein Beispiel für jede Substanz genannt.*



© **STARK Verlag**

www.stark-verlag.de
info@stark-verlag.de

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH ist urheberrechtlich international geschützt. Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung des Rechteinhabers in irgendeiner Form verwertet werden.

STARK