

Aufgaben für das Fach Chemie

Vorlage für Aufgaben und Erwartungshorizonte

Kurzbeschreibung

Aufgabentitel	Kaugummi
Anforderungsniveau	erhöhtes Niveau
Inhaltsbereiche	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Stoffe, Strukturen, Eigenschaften <ul style="list-style-type: none"> ◆ Verbindungen mit funktionellen Gruppen <ul style="list-style-type: none"> ◆ Mehrfachbindungen ◆ Hydroxy-, Carbonyl-, Carboxy-, Estergruppe ◆ Chemische Bindung <ul style="list-style-type: none"> ◆ Elektronenpaarbindung ◆ Strukturen ausgewählter organischer und anorganischer Stoffe <ul style="list-style-type: none"> ◆ inter- und intramolekulare Wechselwirkungen ◆ Natürliche und synthetische Stoffe <ul style="list-style-type: none"> ◆ Kunststoff ◆ Chemische Reaktionen <ul style="list-style-type: none"> ◆ Reaktionsmechanismen in der organischen Chemie ◆ Arbeitsweisen <ul style="list-style-type: none"> ◆ Synthesen <ul style="list-style-type: none"> ◆ Kunststoffsynthese ◆ Mechanistische Betrachtung einer Kunststoffsynthese ◆ Lebenswelt und Gesellschaft <ul style="list-style-type: none"> ◆ Aktuelle Technologien und chemische Produkte <ul style="list-style-type: none"> ◆ moderne Werkstoffe ◆ Ökonomische und ökologische Aspekte der Chemie <ul style="list-style-type: none"> ◆ Werkstoffkreisläufe
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> ◆ M 1 Informationen zu Inhaltsstoffen von Kaugummi ◆ M 2 Vorschläge zur Entfernung von Kaugummiresten
Quellenangaben	<ul style="list-style-type: none"> ◆ M 1 <ul style="list-style-type: none"> ◆ <i>Wissenswertes zu Kaugummi.</i> (o. D.). Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V. https://www.bdsi.de/warenkunde/kaugummi (Zugriff am: 16.09.2024) ◆ Jötten, F. (11.03.2015). Die Kaumasse besteht vor allem aus Kunststoff. <i>Spiegel Gesundheit.</i> https://www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/aus-was-besteht-kaugummi-a-1022838.html (Zugriff am: 16.09.2024) ◆ Binder, W. H. (18.11.2020). „Honig“ bis „Gummi“: Die variablen Eigenschaften des Polyisobutylens. Faszination Chemie. Die Informationsplattform der GDCh. https://faszinationchemie.de/makromolekulare-chemie/news/honig-bis-gummi-die-

Profilfach Chemie
Thema: Kunststoffe

	<p>variablen-eigenschaften-des-polyisobutylen-1/ (Zugriff am: 16.09.2024)</p> <ul style="list-style-type: none">◆ <i>Polyvinylacetat</i>. (o.D.). Spektrum. https://www.spektrum.de/lexikon/chemie/polyvinylacetat/7374 (Zugriff am 16.09.2024)◆ M 2◆ <i>Sicherheitsdatenblatt. Rapido Kaugummientferner</i>. (01.11.2021) https://media.hygi.eu/428110/sicherheitsdatenblatt/86940_ori-gin_5.pdf?cache=e52d49242b834ac8fc83b8040c65a18c (Zugriff am: 16.09.2024)◆ Kemter, M. (15.10.2024). <i>Kaugummi entfernen – So klappt´s auf allen Oberflächen</i>. Stuttgarter Zeitung. https://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.kaugummi-entfernen-mhsd.f469e05a-c78c-4197-9771-47d59aa332c4.html (Zugriff am 16.09.2024)
Hilfsmittel	<ul style="list-style-type: none">◆ digitales Hilfsmittel, das mindestens die Funktionalität eines einfachen wissenschaftlichen Taschenrechners hat◆ mathematisch-naturwissenschaftliche Formelsammlung
fachpraktischer Anteil	ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> Zeitzuschlag: —

1 Aufgabe

Kaugummi

Viele Menschen kauen täglich Kaugummis. Da die Kaumasse nicht auf der Verpackung ausgewiesen sein muss, wissen nur wenige von ihnen, dass die Kaumasse aus Kunststoffen besteht. Die am häufigsten als Kaumasse verwendeten Kunststoffe sind Polyisobuten und Polyvinylacetat.

	BE
<p>1 Beschreiben Sie die Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Aufbau des Polyisobuten-Moleküls und des Polyvinylacetat-Moleküls anhand der gegebenen Ausschnitte ihrer Strukturformeln (M 1).</p> <p>Ordnen Sie die Kunststoffe Polyisobuten und Polyvinylacetat auf der Basis ihrer Molekülstruktur einer der drei Kunststoffklassen zu (M 1).</p>	5
<p>2 Benennen und begründen Sie die intermolekularen Wechselwirkungen, die Polyisobuten-Moleküle und Polyvinylacetat-Moleküle ausbilden können (M 1).</p> <p>Erklären Sie die Zusammensetzung der Kaumasse unter dem Aspekt eines möglichst langanhaltenden süßen Geschmacks während des Kauens (M 1).</p> <p>Begründen Sie, dass Kaugummis sehr gut an Alltagsgegenständen, nicht aber während des Kauens an den Zähnen haften (M 1).</p>	12
<p>3 Formulieren Sie den Reaktionsmechanismus und benennen Sie die Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation von Vinylacetat zu Polyvinylacetat (M 1).</p> <p>Geben Sie eine mögliche Reaktionsgleichung an, die den Vorgang beendet (M 1).</p>	8
<p>4 Leiten Sie aus dem Ausschnitt der Strukturformel des Polyisobuten-Moleküls die Strukturformel des entsprechenden Monomer-Moleküls ab und benennen Sie es nach IUPAC-Nomenklatur (M 1).</p> <p>Erläutern Sie die Funktion der Säure bei der Herstellung des Polyisobutens (M 1).</p>	8
<p>5 Beurteilen Sie die drei Vorschläge zur Entfernung von Kaugummiresten von Alltagsgegenständen (M 1, M 2).</p>	7

Quellen (ggf. verändert):

- [1] *Wissenswertes zu Kaugummi*. (o. D.). Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V. <https://www.bdsi.de/warenkunde/kaugummi> (Zugriff am: 02.07.2024)
- [2] Jötten, F. (11.03.2015). Die Kaumasse besteht vor allem aus Kunststoff. *Spiegel Gesundheit*. <https://www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/aus-was-besteht-kaugummi-a-1022838.html> (Zugriff am: 02.07.2024)
- [3] Binder, W. H. (18.11.2020). „Honig“ bis „Gummi“: Die variablen Eigenschaften des Polyisobutylens. Faszination Chemie. Die Informationsplattform der GDCh. <https://faszinationchemie.de/makromolekulare-chemie/news/honig-bis-gummi-die-variablen-eigenschaften-des-polyisobutylens-1/> (Zugriff am: 02.07.2024)
- [4] *Polyvinylacetat*. (o.D.). Spektrum. <https://www.spektrum.de/lexikon/chemie/polyvinylacetat/7374> (Zugriff am: 02.07.2024)
- [5] *Sicherheitsdatenblatt. Rapido Kaugummientferner*. (01.11.2021). https://media.hygi.eu/428110/sicherheitsdatenblatt/86940_origin_5.pdf?cache=e52d49242b834ac8fc83b8040c65a18c (Zugriff am: 02.07.2024)
- [6] Kemter, M. (15.10.2024). *Kaugummi entfernen – So klappt’s auf allen Oberflächen*. Stuttgarter Zeitung. <https://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.kaugummi-entfernen-mhds.f469e05a-c78c-4197-9771-47d59aa332c4.html> (Zugriff am: 02.07.2024)

2 Material

Material 1: Informationen zu Inhaltsstoffen von Kaugummi [1] - [4]

Zusammensetzung der Kaumasse:

Kaugummi bestehen aus der sogenannten Kaumasse, für die häufig eine Mischung der Polymere Polyisobuten sowie Polyvinylacetat verwendet wird.

Strukturformel von Vinylacetat:	Ausschnitt aus der Strukturformel von Polyvinylacetat ($n_{min} \approx 24$):	Ausschnitt aus der Strukturformel von Polyisobuten ($n_{min} \approx 660$):
$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}_2$	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$

Herstellung der Polymere:

Die beiden Polymere werden auf unterschiedlichen Wegen hergestellt.

- ◆ Polyvinylacetat wird durch radikalische Polymerisation aus Vinylacetat synthetisiert. Als Starter werden organische Peroxide verwendet, deren allgemeine Strukturformel im Folgenden dargestellt ist.

Allgemeine Strukturformel eines organischen Peroxid-Moleküls:



- ◆ Zur Synthese von Polyisobuten wird zu dem verwendeten Ausgangsstoff Schwefelsäure hinzugegeben, die die Reaktion startet.

Funktion der Polymere im Kaugummi:

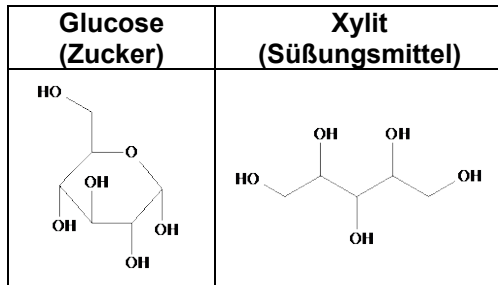
Sowohl Polyisobuten als auch Polyvinylacetat ermöglichen das Kauen der Masse. Darüber hinaus erhöht Polyvinylacetat die Kohäsionskräfte innerhalb des Kaugummi. Diese sorgen unter anderem dafür, dass die Kaumasse besser zusammenhält und dass die weiteren Inhaltsstoffe besser an der Kaumasse haften.

Profilfach Chemie
Thema: Kunststoffe

Weitere Inhaltsstoffe im Kaugummi:

Neben der Kaumasse enthalten Kaugummis viele weitere Inhaltsstoffe, unter anderem Glucose (Zucker) oder Xylit (Süßungsmittel).

Strukturformeln der Moleküle von Glucose und Xylit:



Material 2: Vorschläge zur Entfernung von Kaugummiresten [5], [6]

Vorschlag 1:

Behandlung mit einer speziellen Kaugummientferner-Flüssigkeit zur Entfernung von alten, harten Kaugummiresten, vor allem von Bodenbelägen.

Kaugummioberfläche durch Anritzen vergrößern. Den Kaugummientferner auf ein trockenes, sauberes Reinigungstextil geben, Kaugummi betupfen, kurz einwirken lassen. Erweichten Kaugummi mit weiterem sauberem Tuch rückstandsfrei entfernen.

Auszug aus dem Sicherheitsdatenblatt:

- ◆ Verursacht Hautreizungen.
- ◆ Verursacht schwere Augenschäden.
- ◆ Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.
- ◆ Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
- ◆ Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Vorschlag 2:

Den mit Kaugummi verunreinigten Gegenstand in die Tiefkühltruhe legen. Danach den Kaugummi abkratzen.

Vorschlag 3:

Löschpapier auf den angeklebten Kaugummi legen und darüber bügeln. Der Kaugummi geht auf das Löschpapier über.

3 Erwartungshorizont

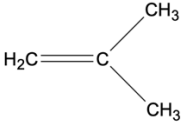
Der Erwartungshorizont stellt für jede Teilaufgabe eine mögliche Lösung dar. Nicht dargestellte korrekte Lösungen sind als gleichwertig zu akzeptieren.

		BE/AFB		
		I	II	III
1	<p><u>Vergleich der molekularen Strukturen von Polyisobuten und Polyvinylacetat:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Bei beiden handelt es sich um langkettige Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindungen. ◆ Bei Polyisobuten sind zwei Methylgruppen substituiert, während Polyvinylacetat Essigsäureestergruppen als Substituenten aufweist. <p><u>Zuordnung zu einer der Kunststoffklassen:</u></p> <p>Bei beiden Stoffen handelt es sich um lineare, unverzweigte Polymere. Deswegen gehören beide Stoffe zu den Thermoplasten.</p>	1 2 2		
2	<p><u>Benennung und Begründung der intermolekularen Wechselwirkungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Polyisobuten-Moleküle weisen nur unpolare Bindungen zwischen Kohlenstoff-Atomen und Kohlenstoff- und Wasserstoff-Atomen auf. ◆ Die Polyisobuten-Moleküle bilden deshalb ausschließlich Van-der-Waals-Wechselwirkungen aus. ◆ Durch die polaren Bindungen an den Estergruppen der Polyvinylacetat-Moleküle kommt es zur Ausbildung von schwachen Teiladungen in den Molekülen. ◆ Polyvinylacetat-Moleküle können deshalb sowohl Van-der-Waals-Wechselwirkungen als auch Wechselwirkungen zwischen permanenten Dipolen ausbilden. <p><u>Erklärung des Einsatzes beider Stoffe zur Verlängerung des Geschmackserlebnisses:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Sowohl Glucose-Moleküle als auch Xylit-Moleküle weisen aufgrund vieler gebundener Hydroxygruppen polare Bindungen auf und können dadurch auch Dipol-Dipol-Wechselwirkungen mit anderen Molekülen eingehen. ◆ Bestünde die Kaumasse nur aus Polyisobuten-Molekülen, würden sich zu den Zucker- und Xylit-Molekülen nur schwache Wechselwirkungen ausbilden. ◆ Die Zucker- und Xylit-Moleküle würden durch den Speichel sehr schnell aus der Kaumasse herausgelöst werden. ◆ Polyvinylacetat-Moleküle können aufgrund der polaren Bindungen Dipol-Dipol-Wechselwirkungen zu den Zucker- und Xylit-Molekülen ausbilden. ◆ Sie verlangsamen das Herauslösen der polaren Inhaltsstoffe aus der Kaumasse und sorgen für einen länger anhaltenden süßen Geschmack. 	1 1	4 3	1

Profilfach Chemie
Thema: Kunststoffe

	<p><u>Begründung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Die meisten Alltagsmaterialien weisen raue Oberflächen unterschiedlicher Polarität auf. Die Kaugummimasse kann durch die thermoplastischen Eigenschaften solche Strukturen ausfüllen und daran haften. ◆ Im Gegensatz zu den meisten Alltagsgegenständen sind Zähne durchgehend mit einer Wasserschicht umgeben. ◆ Das Festkleben an den Zähnen wird dadurch verhindert. 			3
3	<p><u>Formulierung des Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation:</u></p> <p>Bildung des Startradikals:</p> $R-O-O-R \longrightarrow R-O\cdot + \cdot O-R$ <p>Kettenstart:</p> $R-O\cdot + H_2C=C(H)C(=O)CH_3 \longrightarrow R-O-CH_2-C(H)(C(=O)CH_3)\cdot$ <p>Kettenwachstum:</p> $R-O-CH_2-C(H)(C(=O)CH_3)\cdot + H_2C=C(H)C(=O)CH_3 \longrightarrow R-O-CH_2-C(H)(C(=O)CH_3)-CH_2-C(H)(C(=O)CH_3)\cdot$ <p><u>Eine Kettenabbruchreaktion:</u></p> $\left[R-O-CH_2-C(H)(C(=O)CH_3)-CH_2-C(H)(C(=O)CH_3) \right]_n - CH_2-C(H)(C(=O)CH_3)\cdot + \cdot O-R \longrightarrow \left[R-O-CH_2-C(H)(C(=O)CH_3)-CH_2-C(H)(C(=O)CH_3) \right]_n - CH_2-C(H)(C(=O)CH_3)-O-R$	1 1 1 1 1	1 1 1	

Profilfach Chemie
Thema: Kunststoffe

4	<p><u>Monomer:</u></p>  <p><u>IUPAC-Name:</u> 2-Methylpropen</p> <p><u>Erläuterung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Säuren sind Protonendonatoren. ◆ Protonen können an die Doppelbindung des 2-Methylpropen-Moleküls addiert werden. ◆ Es entsteht ein Carbenium-Ion, welches mit einem weiteren Alken-Molekül reagieren kann. Dadurch entsteht eine Kettenreaktion. ◆ Das Proton kann vom Carbenium-Ion wieder abgespalten werden. ◆ Die Säure fungiert als Katalysator der Reaktion. 	1	1	
5	<p><u>Beurteilung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Vorschlag 1: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Die Flüssigkeit sollte nicht für Kleidung oder Gegenstände des täglichen Gebrauchs verwendet werden, da sie für Organismen als Gift fungiert. ◆ Eine rückstandsfreie Entfernung deutet auf hohe Wirksamkeit der Flüssigkeit hin. ◆ Vorschlag 2: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Die Abkühlung des Kaugummis kann bei kleinen Gegenständen angewendet werden, die in die Tiefkühltruhe passen und selbst von der Abkühlung nicht zerstört werden (z.B. Turnschuhe oder Kleidung). ◆ Je nach Oberfläche können hierbei Rückstände bleiben. ◆ Vorschlag 3: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Das Erhitzen funktioniert nur dann, wenn der Gegenstand selbst davon nicht zerstört wird. Der Vorschlag ist gut geeignet für Textilien, wie Sofas oder Kleidung. ◆ Auch hier können Rückstände bleiben. ◆ Keiner der drei Vorschläge eignet sich daher für alle Gegenstände gleich gut. Es muss immer die Art des Gegenstandes mitberücksichtigt werden. 	1	2 2 2	1
Summe¹		11	21	8

¹ Bei jeder Aufgabe liegen die Anzahlen der Bewertungseinheiten – abhängig vom Anforderungsniveau – in den Bereichen, die der folgenden Tabelle zu entnehmen sind:

Anforderungsniveau	erhöht			grundlegend		
Anforderungsbereich	I	II	III	I	II	III
Anzahl der BE	11 - 13	17 - 21	8 - 10	10 - 12	13 - 16	4 - 6

4 Standardbezug²

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	1, 11	10		
2	2, 13	1		
3	14, 16		8	
4	8, 12		9	
5				5, 11

5 Bewertungshinweise

Die Bewertung der erbrachten Prüfungsleistungen hat sich für jede Teilaufgabe nach der am rechten Rand der Aufgabenstellung angegebenen Anzahl maximal erreichbarer Bewertungseinheiten (BE) zu richten.

Für die Bewertung der Gesamtleistung eines Prüflings ist ein Bewertungsraster³ vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

² Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß *Bildungsstandards für das Fach Biologie/Chemie/Physik für Allgemeine Hochschulreife* zu nennen, die zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind.

³ Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.