

Gemeinsame Aufgabenpools der Länder

Pool für das Jahr 2025

Aufgaben für das Fach Chemie

Kurzbeschreibung

Aufgabentitel	Gelée royale – Nur Futter für die Bienenköniginnen?
Anforderungsniveau	grundlegend
Inhaltsbereiche	♦ Stoffe, Strukturen, Eigenschaften ♦ Verbindungen mit funktionellen Gruppen ♦ Hydroxy-, Carbonyl-, Carboxy-, Estergruppe ♦ Chemische Reaktionen ♦ Elektronenübergänge ♦ Reaktionsmechanismen der organischen Chemie ♦ elektrophile Addition ♦ Arbeitsweisen ♦ Qualitative Analyse
Materialien	♦ M 1 Zusammensetzung Gelée royale ♦ M 2 Experimentelle Unterscheidung von Honig und Gelée royale ♦ M 3 Martina Naumann: „Gelée Royal – Anwendung, Wirkung, mögliche Gefahren“
Quellenangaben	♦ M 1: S. Bogdanov et al. (2016, 14. September). <i>Gelée royale, Kapitel 23 C des ehemaligen Schweizerischen Lebensmittelbuches</i>. Agroscope. https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/nutztiere/bienen/bienenprodukte/gelee.html (Zugriff am: 06.04.2024) ♦ M 3: Naumann, Martina (2020, 25. Juni). <i>Gelée Royal – Anwendung, Wirkung und mögliche Gefahren</i>. https://utopia.de/ratgeber/gelee-royal-anwendung-wirkung-und-moegliche-gefahren/ (Zugriff am: 23.03.2024)
Hilfsmittel	♦ digitales Hilfsmittel, das mindestens die Funktionalität eines WTR hat ♦ mathematisch-naturwissenschaftliche Formelsammlung
fachpraktischer Anteil	nein

1 Aufgabe

Gelée royale – Nur Futter für die Bienenköniginnen?

Gelée royale ist der Futtersaft, mit dem Bienen ihre Bienenköniginnen ernähren. Auch für die menschliche Ernährung werden Gelée royale positive Eigenschaften zugeschrieben.

	BE
1 Begründen Sie anhand einer Strukturformel eines Moleküls von 10-Hydroxydec-2-ensäure den festen Aggregatzustand dieser Verbindung bei Zimmertemperatur. Stellen Sie eine Hypothese zur Wasserlöslichkeit von 10-Hydroxydec-2-ensäure auf.	6
2 Ordnen Sie die Proben A und B begründet unter Angabe von Reaktionsgleichungen Gelée royale oder Waldhonig zu (M 1, M 2). Begründen Sie, dass es sich bei den in Probe A ablaufenden Reaktionen um Redox-Reaktionen handelt. Beurteilen Sie die Aussagekraft der beschriebenen Experimente bezüglich des Vorhandenseins von 10-Hydroxydec-2-ensäure in einer Probe Gelée royale (M 1, M 2).	14
3 Benennen und beschreiben Sie den Mechanismus der bei Probe A in Experiment 1 ablaufenden Reaktion (M 2).	6
4 Diskutieren Sie anhand von drei Argumenten, ob Gelée royale als Nahrungsergänzungsmittel eingesetzt werden sollte (M 1–3).	4

Quellen (ggf. verändert):

- [1] S. Bogdanov et al. (2016, 14. September). *Gelée royale, Kapitel 23 C des ehemaligen Schweizerischen Lebensmittelbuches*. Agroscope. <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/nutztiere/bienen/bienenprodukte/gelee.html> (Zugriff am: 06.04.2024)
- [2] Naumann, Martina (2020, 25. Juni). *Gelée Royal – Anwendung, Wirkung und mögliche Gefahren*. <https://utopia.de/ratgeber/gelee-royal-anwendung-wirkung-und-moegliche-gefahren/> (Zugriff am: 23.03.2024)

2 Material

Material 1: Zusammensetzung Gelée royale [1]

Gelée royale werden appetitsteigernde, dynamisierende, antimikrobielle und sogar krebs-hemmende Wirkungen zugeschrieben. Hauptverantwortlich dafür ist die enthaltene Fettsäure 10-Hydroxydec-2-ensäure.

Der pH-Wert von Gelée royale liegt zwischen 3,5 und 3,6.

Tab. 1: Ausgewählte Inhaltsstoffe von Gelée royale

Inhaltsstoffe	m pro 100 g Gelée royale
Wasser	60 – 70 g
Lipide	4 – 8 g
10-Hydroxydec-2-ensäure	1,4 – 6,0 g
Proteine	9 – 18 g
Fructose	6 – 13 g
Glucose	4,0 – 8,0 g
Saccharose	0,5 – 2,0 g
Vitamin B ₁	1 – 17 mg
Vitamin B ₂	5 – 25 mg
Vitamin B ₃	45 – 190 mg
Folsäure	0,1 – 0,6 g
Pantothensäure	36 – 230 mg

Material 2: Experimentelle Unterscheidung von Honig und Gelée royale

Neben Gelée royale stellen Bienen hauptsächlich Honig her. Optisch sind Gelée royale und Honig nicht zu unterscheiden.

Den aus Nektar und etwas Pollen hergestellten Honig nutzen die Bienen als Nahrung für sich selbst und für ihre Brut sowie als Futtervorrat in den kalten Wintermonaten. Honig besteht vor allem aus Fructose, Glucose und Wasser. Außerdem enthält er geringe Mengen Proteine, Vitamine und Mineralstoffe.

Gelée royale ist wesentlich teurer als Honig; aus diesem Grund ist eine eindeutige Unterscheidung wünschenswert. Mit einfachen Experimenten können die beiden Naturprodukte voneinander unterschieden werden.

Untersucht werden wässrige Lösungen zweier Proben: Eine dieser Proben enthält Gelée Royale, die andere Waldhonig mit einem pH-Wert von 5,0.

Tab. 2: Beobachtungen der experimentellen Untersuchungen

	Experiment 1: Zugabe von in Wasser gelöstem Brom	Experiment 2: Zugabe von Magnesiumband
wässrige Lösung Probe A	schnelle Entfärbung auch ohne Belichtung	Gasentwicklung
wässrige Lösung Probe B	keine schnelle Entfärbung	kaum Gasentwicklung

Material 3: Martina Naumann: „Gelée Royal – Anwendung, Wirkung und mögliche Gefahren“ [2]

„Honig ist ein beliebtes Hausmittel bei Erkältungen und anderen Beschwerden. Und auch dem Gelée Royal werden Heilwirkungen nachgesagt, von denen Menschen profitieren können. [...] Eine japanische Studie untersuchte die Wirkung von Gelée Royal auf Menschen über sechs Monate hinweg: Sie stellten eine positive gesundheitliche Entwicklung fest. Die Testpersonen konnten Glukose besser verdauen, waren geistig fitter und hatten eine gute Durchblutung. Die naturkundliche Beratungsstelle am Tumorzentrum München berichtet davon, dass Gelée Royal Begleiterscheinungen bei Patienten während oder nach einer Chemotherapie lindern konnte – etwa bei entzündeter Mundschleimhaut oder geschädigten Nieren. [...]

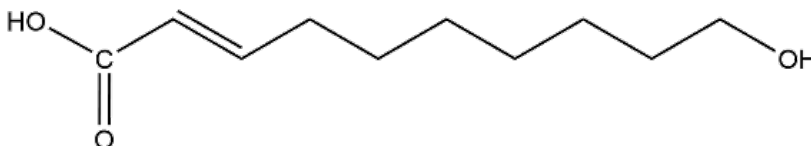
Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) weist darauf hin, dass Gelée Royal bei empfindlichen Personen starke allergische Reaktionen auslösen kann. Medikamente, die es enthalten, müssen daher einen Warnhinweis tragen. Bei Nahrungsmitteln wie zum Beispiel Gelée-Royal-Trinkampullen ist diese Warnung dagegen keine Pflicht. [...] Die Verbraucherzentrale NRW weist zudem daraufhin, dass Gelée Royal mehrfach positiv auf Pyrrolizidinalkaloide getestet wurde. Pflanzen bilden diese Stoffe als Abwehr vor Fressfeinden – beim Menschen können diese hingegen das Erbgut schädigen und krebserregend wirken. Auf der Verpackung ist nicht immer ersichtlich, ob auf diese Pflanzengifte getestet wurde. [...]

Die Herstellung von Gelée Royal ist umstritten. Ein Bienenvolk füttert nur wenige Larven mit dem Futtersaft, wenn neue Königinnen ausschwärmen sollen. Die Bienen stellen in dieser Zeit wenige Gramm täglich her. So können Bienenzüchter auf natürliche Weise nur [wenig Gelée Royal] entnehmen. [...] Die Imker [in China oder Osteuropa] entfernen immer wieder die Larve, die Bienenkönigin werden soll. Nur so erreichen sie, dass die Bienen das ganze Jahr über Gelée Royal produzieren. Für die Bienen bedeutet das enormen Stress – das Volk ist im Ausnahmezustand. [...]

Auch die Verbraucherzentrale sieht die Gelée-Royal-Herstellung in osteuropäischen und asiatischen Ländern kritisch. Sie warnt, dass Umweltgifte aus der Landwirtschaft im Gelée Royal zurückbleiben können. Denn dort gelten nicht so strenge Grenzwerte für Pestizide wie in Deutschland. Außerdem könnten sich Pollen von gentechnisch veränderten Pflanzen im Gelée Royal befinden, ohne dass Hersteller das kennzeichnen müssen.“

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	<u>Begründung des Aggregatzustands anhand einer Strukturformel:</u>  ♦ fester Aggregatzustand aufgrund starker intermolekularer Wechselwirkungen: ♦ Ausbildung von Wasserstoffbrücken zwischen positiv polarisierten Wasserstoff-Atomen der Hydroxy- und Carboxygruppe und freien Elektronenpaaren der negativ polarisierten Sauerstoff-Atome eines anderen Moleküls ♦ starke Wechselwirkungen zwischen temporären Dipolen aufgrund der großen Moleküloberfläche <u>Aufstellung einer Hypothese zur Wasserlöslichkeit:</u> ♦ Die Verbindung ist trotz des großen unpolaren Molekülteils mäßig wasserlöslich, da sowohl die Hydroxygruppe als auch die Carboxygruppe polare Molekülteile darstellen und aus diesem Grund Wasserstoffbrücken zwischen den Wasser-Molekülen ausbilden. ♦ Die Verbindung ist aufgrund der Alkylkette, die einen großen unpolaren Molekülteil darstellt, schlecht wasserlöslich, obwohl sowohl die Hydroxygruppe als auch die Carboxygruppe polare Molekülteile darstellen, die Wasserstoffbrücken zwischen den Wasser-Molekülen ausbilden können.	1		
		1	2	
			2	
2	<u>Zuordnung der Proben:</u> ♦ Lösung A ist Gelée royale, Lösung B Waldhonig. <u>Begründung der Zuordnung (Experiment 1):</u> ♦ Gelée royale enthält 10-Hydroxydec-2-ensäure (HDA). Brom-Moleküle reagieren mit der Doppelbindung der HDA-Moleküle in einer Additionsreaktion. Deswegen findet eine Entfärbung des in Wasser gelösten Broms statt. $\text{HOCH}_2(\text{CH}_2)_6\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH} + \text{Br}-\text{Br} \longrightarrow \text{HOCH}_2(\text{CH}_2)_6\overset{\text{Br}}{\underset{ }{\text{CH}}}-\overset{\text{Br}}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH}$ <u>Begründung der Redoxreaktion (Experiment 1):</u> ♦ Eine Redoxreaktion ist eine Elektronenübertragungsreaktion, verbunden mit der Änderung von Oxidationszahlen. ♦ Kohlenstoff-Atome im 10-Hydroxydec-2-ensäure-Molekül mit der Oxidationszahl -I werden zu Kohlenstoff-Atomen mit der Oxidationszahl 0 im 2,3-Dibrom-10-hydroxydecansäure-Molekül oxidiert.	2	1	
		1	2	

	♦ Brom-Atome im Brom-Molekül mit der Oxidationszahl 0 werden zu Brom-Atomen mit der Oxidationszahl -I im 2,3-Dibrom-10-hydroxydecansäure-Molekül reduziert. <u>Begründung der Zuordnung (Experiment 2):</u> ♦ Magnesium-Atome reagieren mit Oxonium-Ionen. Gelée royale weist einen niedrigen pH-Wert auf. $2 \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Mg} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2$ <u>Begründung der Redoxreaktion (Experiment 2):</u> ♦ Magnesium-Atome mit der Oxidationszahl 0 werden zu Magnesium-Ionen mit der Oxidationszahl +II oxidiert. ♦ Wasserstoff-Atome im Oxonium-Ion mit der Oxidationszahl +I werden zu Wasserstoff-Atomen mit der Oxidationszahl 0 im Wasserstoff-Molekül reduziert. <u>Beurteilung:</u> ♦ Der positive Nachweis der Doppelbindung zwischen den Kohlenstoff-Atomen ist aufgrund der Entfärbung von Bromwasser und der Rückschluss auf das Vorliegen einer sauren Verbindung ist aufgrund der Reaktion mit Magnesium möglich. ♦ Dies lässt aber keinen Rückschluss auf das Vorhandensein von 10-Hydroxydec-2-ensäure zu, es könnten auch andere enthaltene Moleküle Doppelbindungen haben. Auch mehrere Säuren sind vorhanden, z. B. Pantothersäure.	1	1	
		1	2	2
3	<u>Benennung des Reaktionsmechanismus:</u> ♦ elektrophile Addition <u>Beschreibung des Reaktionsmechanismus:</u> ♦ Die hohe Elektronendichte der Doppelbindung im 10-Hydroxydec-2-ensäure-Molekül verschiebt die Elektronen im Brom-Molekül und sorgt für eine Polarisierung. ♦ Das positivere Brom-Atom bindet sich an beide Kohlenstoff-Atome der Doppelbindung. ♦ Das Brom-Molekül wird heterolytisch gespalten, es bilden sich ein Bromonium-Ion und ein Bromid-Ion. ♦ Das Bromid-Ion greift von der Rückseite an und es bildet sich 2,3-Dibrom-10-hydroxydecansäure.	1	4	1
4	<u>Diskussion des Einsatzes von Gelée royale anhand von drei Argumenten:</u> ♦ Pro-Argumente: ♦ positiver Einfluss auf Gesundheit: Effekte auf die Verdauung, die Durchblutung und geistige Fitness ♦ Erfolge bei Behandlung von Nebenwirkungen einer Chemotherapie ♦ Contra-Argumente: ♦ für Allergiker ungeeignet ♦ krebserregende Bestandteile ♦ umstrittene Produktion bzgl. Behandlung der Bienen und der Produktionsstandorte ♦ Fazit	3		1

Summe¹	11	15	4
--------------------------	-----------	-----------	----------

4 Standardbezug²

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	2	3	10	
2	1, 2, 16		2	
3	14			
4			2	6

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.

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

² Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß den Bildungsstandards im Fach Chemie für die 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.