

**Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife
in den naturwissenschaftlichen Fächern**

Aufgabensammlung

Aufgabe für das Fach Chemie

Kurzbeschreibung

Aufgabentitel	Fisch mit Zitrone servieren?
Anforderungsniveau	grundlegend
Inhaltsbereiche	♦ Stoffe, Strukturen, Eigenschaften ♦ Verbindungen mit funktionellen Gruppen ♦ Carboxygruppe ♦ Aminogruppe ♦ Chemische Reaktionen ♦ Protonenübergänge ♦ Säure-Base-Konzept nach Brönsted ♦ Elektronenübergänge ♦ Redoxreaktionen als Elektronenübergang ♦ Gleichgewichtsreaktionen ♦ chemisches Gleichgewicht ♦ Prinzip von Le Chatelier
Materialien	♦ M 1 Experiment ♦ M 2 Fischgeruch ♦ M 3 Waschen von Speisefisch ♦ M 4 Zubereitung von Speisefisch
Quellenangaben	♦ Alle Materialien und Abbildungen wurden im Auftrag des IQB erstellt.
Hilfsmittel	♦ Formelsammlung
zusätzliche inhaltliche und methodische Voraussetzungen	♦ Struktur von Aminosäuren
fachpraktischer Anteil	☐ ja ☒ nein Zeitzuschlag: -

1 Aufgabe

Fisch mit Zitrone servieren?

Jeder Angler weiß, dass frisch gefangener Fisch kaum riecht. Erst wenn der Fisch länger tot ist, entwickelt sich ein unangenehmer, „fischiger“ Geruch. Grund für diesen Geruch sind Amin-Verbindungen, die durch bakterielle Stoffwechselvorgänge entstehen.

	BE
1 Beschreiben Sie das abgebildete Experiment. Leiten Sie aus den experimentellen Ergebnissen Eigenschaften der auf dem toten Fisch entstehenden Amine ab (M 1). Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Bildung von Methylamin bei der bakteriellen Stoffwechseltätigkeit unter Verwendung von Strukturformeln (M 2). Ermitteln Sie nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip die Reaktionsart.	10
2 Formulieren Sie die Reaktionsgleichung von Trimethylamin mit Wasser unter Verwendung von Strukturformeln. Erklären Sie anhand dieser Reaktion das Säure-Base-Konzept nach Brönsted. Erklären Sie den immer noch vorhandenen Trimethylamin-Geruch der Waschlösung (M 3). Begründen Sie, ob die Prozesse im Erlenmeyerkolben (Abb. 2, M 3) auf Stoff- und Teilchenebene als statisch oder dynamisch bezeichnet werden können.	10
3 Bewerten Sie alle in M 4 aufgelisteten Kochzutaten hinsichtlich ihrer Eignung, dem Geruch entgegenzuwirken und den Speisefisch damit genießbar zu machen. Begründen Sie Ihre Entscheidungen.	10

2 Material

Material 1

Experiment

Folgende Versuchsanordnung läuft mehrere Stunden lang:

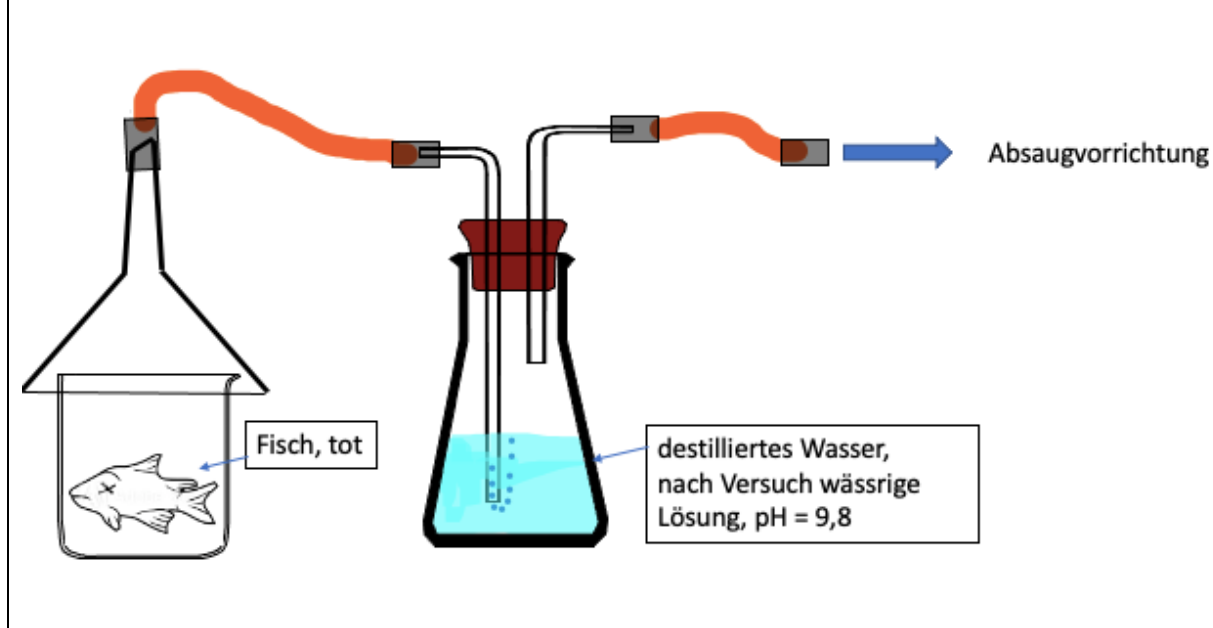


Abb. 1: Modellhaft dargestellte Versuchsanordnung, IQB

Material 2

Fischgeruch

Fische haben einen hohen Proteingehalt. Stirbt ein Fisch, beginnen Bakterien, diese Proteine zu zersetzen. Dabei entstehen Aminverbindungen. Sie sind die Ursache für den typisch „fischigen“ Geruch. Vor allem Trimethylamin ($\text{N}-(\text{CH}_3)_3$) riecht sehr intensiv.

Aber es entstehen auch andere Amine, zum Beispiel Methylamin ($\text{H}_3\text{C}-\text{NH}_2$).

Das Methylamin entsteht neben Kohlenstoffdioxid bei der Zersetzung der Aminosäure Glycin ($\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$).

Material 3

Waschen von Speisefisch

Bevor ein Koch mit der Zubereitung eines Speisefisches beginnt, wäscht er diesen gewissenhaft mit Wasser. Die intensiv riechende Verbindung Trimethylamin reagiert dabei mit Wasser, wobei eine basische Trimethylammonium-Lösung entsteht.

Trimethylammonium-Salze sind geruchlos. Dennoch riecht die Waschlösung nach wie vor nach Trimethylamin.



Abb. 2: Erlenmeyerkolben mit aufgefangener Waschlösung, IQB

Material 4

Zubereitung von Speisefisch

Da auch ein leichter Trimethylamin-Geruch dem Gast den Appetit verderben kann, bereitet der Koch den Fisch mit weiteren Zutaten zu.

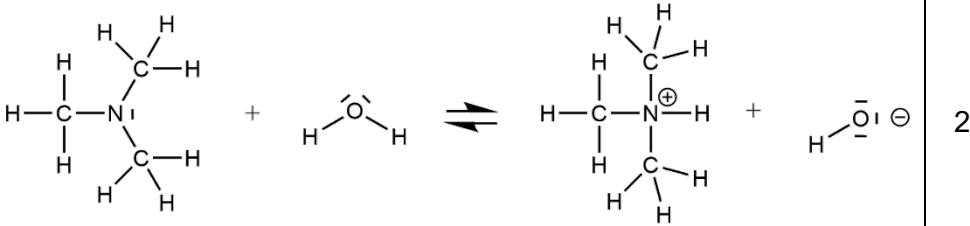
Zur Verfügung stehen in der Restaurantküche folgende Substanzen:

- ◆ Essig
- ◆ Zitronensaft (vereinfachend angenommen eine Citronensäure-Lösung)
- ◆ Natron (Natriumhydrogencarbonat, $K_B(\text{HCO}_3^-) = 3,3 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)
- ◆ Kräuteröl
- ◆ Kochsalz

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	Beschreiben Sie das abgebildete Experiment. Leiten Sie aus den experimentellen Ergebnissen Eigenschaften der auf dem toten Fisch entstehenden Amine ab (M 1). Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Bildung von Methylamin bei der bakteriellen Stoffwechseltätigkeit unter Verwendung von Strukturformeln (M 2). Ermitteln Sie nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip die Reaktionsart. Die Lernenden ... S 4 bestimmen Reaktionstypen; S 7 beschreiben [...] das Donator-Akzeptor-Prinzip und wenden diese(s) an; S 16 entwickeln Reaktionsgleichungen; K 7 nutzen geeignete Darstellungsformen für chemische Sachverhalte und überführen diese ineinander. Beschreibung des Experiments sachlogisch unter Verwendung der Fachbegriffe, sodass der Aufbau und die Durchführung gut vorstellbar sind. Die gebildeten Amine sind gasförmig, gut wasserlöslich und reagieren mit Wasser basisch. $ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{O}^- - \text{H} \\ & & // \\ \text{H} - \text{N} - & \text{C} - & \text{C} \\ & & \backslash \\ \text{H} & \text{H} & \text{O}^- \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H} - \text{N} - & \text{C} - \text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} + \text{O}=\text{C}=\text{O} $ Reduktion: Verringerung der Oxidationszahl durch Elektronenaufnahme, Elektronenakzeptor; Oxidation: Erhöhung der Oxidationszahl durch Elektronenabgabe, Elektronendonator Das zentrale Kohlenstoff-Atom der Aminosäure Glycin wird reduziert: -I → -II Das Kohlenstoff-Atom der Carboxy-Gruppe der Aminosäure Glycin wird oxidiert: +III → +IV → Redoxreaktion	2	1	
		1	2	
		2	2	
2	Formulieren Sie die Reaktionsgleichung von Trimethylamin mit Wasser unter Verwendung von Strukturformeln.			

	Erklären Sie anhand dieser Reaktion das Säure-Base-Konzept nach Brönsted. Erklären Sie den immer noch vorhandenen Trimethylamin-Geruch der Waschlösung (M 3). Begründen Sie, ob die Prozesse im Erlenmeyerkolben (Abb. 2, M 3) auf Stoff- und Teilchenebene als statisch oder dynamisch bezeichnet werden können. Die Lernenden ... S 7 beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, das dynamische Gleichgewicht und das Donator-Akzeptor-Prinzip und wenden diese an; S 15 grenzen mithilfe von Modellen den statischen Zustand auf Stoffebene vom dynamischen Zustand auf Teilchenebene ab; S 16 entwickeln Reaktionsgleichungen; K 10 erklären chemische Sachverhalte und argumentieren fachlich schlüssig.  Protolyse (Protonenübertragung); Trimethylamin-Molekül: freies Elektronenpaar, Protonenakzeptor, Base; Wasser-Molekül: Protonendonator, Säure; Chemisches Gleichgewicht: da ein unvollständiger Stoffumsatz vorliegt, gibt es weiterhin Trimethylamin-Moleküle. Trimethylamin-Moleküle sind sowohl in der Waschlösung als auch in der Gasphase darüber → Geruch wahrnehmbar Erlenmeyerkolben: Geschlossenes System, Entweichen von gasförmigen Trimethylamin nicht möglich, keine Änderung der Stoffkonzentrationen in der Lösung und der darüber befindlichen Gasphase: → Stoffebene: statischer Zustand → Teilchenebene: dynamischer Zustand: Gleichgewichtsreaktion, ständige Hin- und Rückreaktion von Trimethylamin-Molekülen mit Wasser-Molekülen zu Trimethylammonium-Ionen und Hydroxid-Ionen	2	2	
3	Bewerten Sie alle in M 4 aufgelisteten Kochzutaten hinsichtlich ihrer Eignung, dem Geruch entgegen zu wirken und den Speisefisch damit genießbar zu machen. Begründen Sie Ihre Entscheidungen.			

Die Lernenden ...			
S 3 interpretieren Phänomene der Stoff- [...]umwandlung bei chemischen Reaktionen;			
E 1 leiten chemische Sachverhalte aus Alltagssituationen ab;			
B 7 treffen mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen.			
♦ Essig enthält Ethansäure. Durch die Ethansäure wird das Trimethylamin neutralisiert. Es entsteht eine Salzlösung. Der Geruch wird auf ein Minimum reduziert. Allerdings verändert Essig den Geschmack und ist damit bei den meisten Rezepten eher nicht geeignet.		1	1
♦ Zitronensaft: Durch die Citronensäure wird das Trimethylamin neutralisiert. Es entsteht eine Salzlösung. Der Geruch wird bis auf ein Minimum reduziert. Zitrone verleiht einen frischen Geschmack und ist deshalb geeignet.		1	1
♦ Natron: Natriumhydrogencarbonat reagiert in wässriger Lösung basisch (vgl. K_B -Wert). Methylamin reagiert in wässriger Lösung ebenfalls basisch. Wird zu einer wässrigen Lösung Trimethylamin, so wie sie auf dem Fisch vorkommt, eine weitere Base gegeben, verschiebt sich nach dem Prinzip von Le Chatelier das Gleichgewicht auf die Seite der Edukte, da die Konzentration eines Produkts (hier der Hydroxid-Ionen) erhöht wird. Es wird sich noch mehr Trimethylamin bilden und der Fischgeruch intensiver werden.		1	1
♦ Kräuteröl: Hier findet nur ein Überdecken des Geruches durch die Aromen der Kräuter statt. Das Öl reagiert nicht als Säure oder Base. Der Fischgeruch ist nach wie vor wahrnehmbar.		1	1
♦ Kochsalz reagiert nicht in einer Säure-Basen-Reaktion, da es aus Ionen besteht, die hier keine weitere Reaktion eingehen. Damit hat es keinen Einfluss auf den Geruch. Außerdem beeinflusst Kochsalz den Geschmack stark und macht den Speisefisch bei einer zu hohen Zugabe ungenießbar.		1	1
Summe	9	15	6
Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent	30	50	20

4 Standardbezug

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	4, 7, 16		7	
2	7, 15, 16		10	
3	3	1		7

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 Bewertungsraster¹ vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

¹ Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.