

# Aufgaben für das Fach Chemie

## Vorlage für Aufgaben und Erwartungshorizonte

### Kurzbeschreibung

Aufgabentitel	Enzyme - Biokatalysatoren
Anforderungsniveau	erhöht
Inhaltsbereiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Stoffe, Strukturen, Eigenschaften               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Verbindungen mit funktionellen Gruppen (Hydroxy-, Carboxy- und Aminogruppe)</li> </ul> </li> <li>◆ Chemische Bindungen               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Elektronenpaarbindungen</li> <li>◆ Ionenbindung</li> </ul> </li> <li>◆ Strukturen ausgewählter organischer und anorganischer Stoffe               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> </ul> </li> <li>◆ Natürliche und synthetische Stoffe               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Proteine</li> </ul> </li> <li>◆ Arbeitsweisen               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Qualitative Analyse</li> </ul> </li> </ul>
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ M 1 Katalase</li> <li>◆ M 2 Ausschnitt der Abfolge von Aminosäuren einer Katalaseuntereinheit</li> <li>◆ M 3 Strukturformeln ausgewählter Aminosäure-Moleküle</li> <li>◆ M 4 Katalase als Anti-Aging-Produkt</li> <li>◆ M 5 Experimentieranleitungen – Untersuchung der Aktivität von Katalase in Trockenhefe</li> </ul>
Quellenangaben	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ M 1: ggf. verändert nach               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Scherr, D. (Mai 2002). Katalase – ein lebenswichtiges Enzym. <a href="https://www.researchgate.net/publication/250565685_Katalase_-_ein_lebenswichtiges_Enzym_Informationen_aus_dem_Internet">https://www.researchgate.net/publication/250565685_Katalase_-_ein_lebenswichtiges_Enzym_Informationen_aus_dem_Internet</a> (Zugriff am: 14.07.2024)</li> <li>◆ Goodsell, D. (September 2004). Molecule of the month: Catalase. <a href="https://pdb101.rcsb.org/motm/57">https://pdb101.rcsb.org/motm/57</a> (Zugriff am: 10.07.2024)</li> <li>◆ 2CAG. Catalase Compound II. (09.08.2023). PDB Protein Data Bank. <a href="https://www.rcsb.org/structure/2CAG">https://www.rcsb.org/structure/2CAG</a> (Zugriff am: 14.07.2024)</li> </ul> </li> <li>◆ M 2: ggf. verändert nach               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ CATA_BOVIN. (o. D.). UniProt. <a href="https://www.uniprot.org/uniprotkb/P00432/entry">https://www.uniprot.org/uniprotkb/P00432/entry</a> (Zugriff am: 14.07.2024)</li> </ul> </li> </ul>

**Profilfach Chemie**  
Thema: Aminosäuren und Proteine

	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ M 4: ggf. verändert nach<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Viel Katalase verlängert Leben. (10.05.2005). Ärzte Zeitung. <a href="https://www.aerztezeitung.de/Medizin/Viel-Katalase-verlaengert-Leben-334626.html">https://www.aerztezeitung.de/Medizin/Viel-Katalase-verlaengert-Leben-334626.html</a> (Zugriff am: 14.08.2024)</li><li>◆ Ergraut: Unsere Haare bleichen sich selbst. (10.02.2011). Haut.de <a href="https://www.haut.de/ergraut-unsere-haare-bleichen-sich-selbst/">https://www.haut.de/ergraut-unsere-haare-bleichen-sich-selbst/</a> (Zugriff am: 14.8.2024)</li><li>◆ Katalase – antioxidative Enzyme für die Gesundheit. (10.08.2018) Biothemen. <a href="https://blog.biothemen.de/katalase/">https://blog.biothemen.de/katalase/</a> (Zugriff am: 06.09.2024)</li></ul></li></ul>
<b>Hilfsmittel</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ digitales Hilfsmittel, das mindestens die Funktionalität eines einfachen wissenschaftlichen Taschenrechners hat</li><li>◆ mathematisch-naturwissenschaftliche Formelsammlung</li></ul>
<b>fachpraktischer Anteil</b>	ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Zeitzuschlag: nein
<b>Hinweise</b>	Die folgenden Dokumente sind für den fachpraktischen Teil unter Punkt 6 zu entnehmen: Hinweise zur Durchführung, Beobachtungsbogen, Ersatzergebnisse und die Gefährdungsbeurteilung.

## 1 Aufgabe

### **Enzyme – Biokatalysatoren**

Enzyme, wie Katalase, Protease und Laktase sind in tierischen und pflanzlichen Zellen sowie Mikroorganismen enthalten. Betrachtet werden Struktur und Wirkungsweise der Katalase.

	BE
<p>1 Zeichnen Sie die Strukturformel eines Tripeptids, welches aus den Aminosäuren der Katalase an den Stellen 459 - 461 besteht (M 2, M 3).</p> <p>Erläutern Sie unter Berücksichtigung intra- und intermolekularer Wechselwirkungen den allgemeinen Aufbau von Proteinen am Beispiel des Katalase-Moleküls (M 1, M 2).</p>	12
<p>2 Führen Sie die Experimente zur Untersuchung der Katalaseaktivität in Trockenhefe durch (M 5).</p> <p>Beschreiben Sie ihre Beobachtungen.</p>	11
<p>3 Deuten Sie die Experimente zur Untersuchung der Katalaseaktivität in Trockenhefe (M 5).</p> <p><i>Für den Fall, dass Sie keine auswertbaren Beobachtungen erzielt haben, können Sie sich Ersatzbeobachtungen unter Abzug von 2 BE pro Experiment geben lassen.</i></p> <p>Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Reaktion, die die Enzymaktivität abbildet (M 5).</p>	11
<p>4 Diskutieren Sie anhand von sechs Kriterien den Nutzen und die Eignung der angebotenen Nahrungsergänzungsmittel zur Steigerung des Katalasegehalts und der damit verbundenen möglichen Anti-Aging-Effekte (M 1 und M 4).</p>	6

#### Quellen (ggf. verändert):

- [1] Scherr, D. (Mai 2002). Katalase – ein lebenswichtiges Enzym. [https://www.researchgate.net/publication/250565685\\_Katalase\\_-\\_ein\\_lebenswichtiges\\_Enzym\\_Informationen\\_aus\\_dem\\_Internet](https://www.researchgate.net/publication/250565685_Katalase_-_ein_lebenswichtiges_Enzym_Informationen_aus_dem_Internet) (Zugriff am: 14.07.2024)
- [2] Goodsell, D. (September 2004). Molecule of the month: Catalase. <https://pdb101.rcsb.org/motm/57> (Zugriff am: 10.07.2024)
- [3] 2CAG. Catalase Compound II. (09.08.2023). PDB Protein Data Bank. <https://www.rcsb.org/structure/2CAG> (Zugriff am: 14.07.2024)
- [4] CATA\_BOVIN. (o. D.) UniProt. <https://www.uniprot.org/uniprotkb/P00432/entry> (Zugriff am: 14.07.2024)
- [5] Viel Katalase verlängert Leben. (10.05.2005). Ärzte Zeitung. <https://www.aerztezeitung.de/Medizin/Viel-Katalase-verlaengert-Leben-334626.html> (Zugriff am: 14.08.2024)
- [6] Ergraut: Unsere Haare bleichen sich selbst. (10.02.2011). Haut.de <https://www.haut.de/ergraut-unsere-haare-bleichen-sich-selbst/> (Zugriff am: 14.08.2024)
- [7] Katalase – antioxidative Enzyme für die Gesundheit. (10.08.2018) Biothemen. <https://blog.biothemen.de/katalase/> (Zugriff am: 06.09.2024)

## 2 Material

### Material 1: Katalase [1] - [3]

Das Enzym Katalase ist mit 200 000 Katalysevorgängen pro Sekunde eines der am effektivsten arbeitenden Enzyme und bei aeroben Organismen<sup>1</sup> weit verbreitet. Es kommt sowohl in tierischen Organismen als auch in Trockenhefe vor.

Das Enzym schützt die Zellen vor Wasserstoffperoxid, das in Folge der Zellatmung anfällt. Über einen Zwischenschritt setzt es Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) zu Sauerstoff und Wasser um.



Katalase besteht aus vier identischen Untereinheiten, in denen sich jeweils ein Reaktionszentrum befindet.

Abb. 1: Bändermodell einer Katalaseuntereinheit

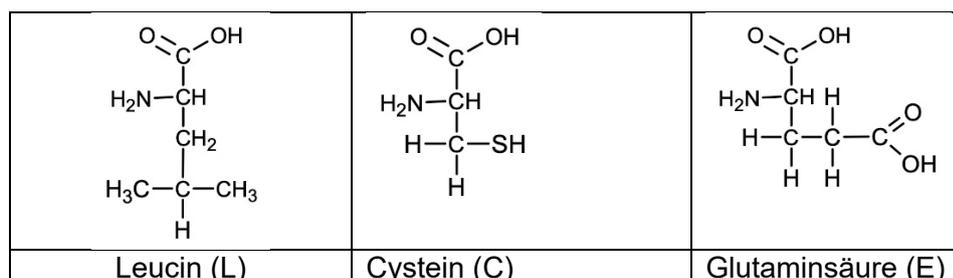
### Material 2: Ausschnitt der Abfolge von Aminosäuren einer Katalaseuntereinheit [4]

10	20	30	40
MADNRDPASD	QMKHWKEQRA	AQKPDVLTGG	GGNPVGDKLN
...			
460	470		
LNEEQRKRLC	ENIAGHLKDA	...	

Aminosäuren 459-461:  
Leucin (L) – Cystein (C) – Glutaminsäure (E)

Tab. 1: Ausschnitt der Abfolge von Aminosäuren einer Katalaseuntereinheit des Hausrinds (jeder Buchstabe steht für eine Aminosäure); exemplarisch herausgestellt sind die Aminosäuren 459-461.

### Material 3: Strukturformeln ausgewählter Aminosäure-Moleküle



<sup>1</sup> Aerobe Organismen: Organismen, die Sauerstoff zur Energiegewinnung nutzen.

**Material 4: Katalase als Anti-Aging-Produkt [5] – [7]**

Katalase ist immer wieder Gegenstand von wissenschaftlichen Studien, da es den Körper vor freien Radikalen schützt. Im Rahmen einer Studie züchteten US-Forscher genmanipulierte Mäuse, die in den Mitochondrien ihrer Zellen übermäßig viel Katalase produzierten. Diese Mäuse lebten etwa 20 Prozent länger als nicht-manipulierte Artgenossen.

Ein geringerer Katalasegehalt wird auch in Verbindung mit Alterungsprozessen der Haut und dem Ergrauen der Haare gebracht. Beim Älterwerden sinkt der Katalasegehalt, Wasserstoffperoxid lagert sich in den Haarfollikeln an und schädigt unter anderem das Enzym Tyrosinase, welches für die Produktion von Melanin (Farbpigment zum Beispiel in den Haaren oder der Haut) zuständig ist. Ähnliche Prozesse werden für die Haut angenommen.

Vermeehrt finden sich auf dem Markt Nahrungsergänzungsmittel, die Katalase oder einen entsprechenden Aminosäure-Mix enthalten. Diese Produkte versprechen eine Reihe von Vorteilen, ihr Nutzen ist aber umstritten.

## **Material 5: Experimentieranleitungen – Untersuchung der Aktivität von Katalase in Trockenhefe**

### **Experiment 1: Einfluss der Temperatur auf die Katalaseaktivität**

#### Durchführung:

- 1) Eine kleine Spatelspitze Trockenhefe und 8 mL Wasser werden in ein Reagenzglas gegeben, geschüttelt und anschließend auf zwei Reagenzgläser (A und B) verteilt.
- 2) Der Inhalt des Reagenzglases (A) wird in der Flamme des Gasbrenners zum Sieden erhitzt und dann zum Abkühlen zur Seite gestellt.
- 3) In das andere Reagenzglas (B) wird 1 mL Wasserstoffperoxid-Lösung gegeben.
- 4) Das entstehende Gas wird nachgewiesen.
- 5) Zu Reagenzglas A wird nun ebenfalls 1 mL Wasserstoffperoxid-Lösung gegeben. Sollte das Reagenzglas noch zu warm sein, führen Sie erst Experiment 2 durch und diesen Arbeitsschritt im Anschluss.

### **Experiment 2: pH-Wert-Abhängigkeit der Katalaseaktivität**

#### Durchführung:

- 1) Zwei kleine Spatelspitzen Trockenhefe und 12 mL Wasser werden in ein Becherglas gegeben, umgerührt und anschließend auf drei Reagenzgläser (C, D und E) verteilt.
- 2) In das zweite Reagenzglas (D) wird 1 mL Salzsäure und in das dritte Reagenzglas (E) 1 mL Natronlauge gegeben. Der pH-Wert aller drei Reagenzgläser wird mittels Indikatorpapiers geprüft.
- 3) Zu allen drei Reagenzgläsern (C, D und E) wird jeweils 1 mL Wasserstoffperoxid-Lösung gegeben.

#### Geräte:

- ◆ 6 Reagenzgläser
- ◆ 1 Stopfen
- ◆ 1 Becherglas (ca. 50 mL)
- ◆ 1 Reagenzglashalter
- ◆ Reagenzglasklammer
- ◆ 1 Spatel
- ◆ 4 Pipetten (1-5 mL)
- ◆ 1 Messzylinder (10 mL)
- ◆ Gasbrenner
- ◆ 1 Holzstab
- ◆ Feuerzeug
- ◆ Universal-Indikatorpapier
- ◆ 1 Pinzette

#### Chemikalien:

- ◆ Wasser (demineralisiert)
- ◆ Trockenhefe
- ◆ Wasserstoffperoxid-Lösung ( $\omega = 10\%$ )
- ◆ Salzsäure ( $c = 2 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ )
- ◆ Natriumhydroxid-Lösung ( $c = 2 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ )

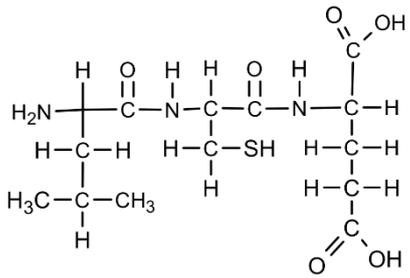
#### Entsorgung:

Die Lösungen der Reagenzgläser werden im Becherglas gesammelt und von der Lehrkraft entsorgt.

**Profilfach Chemie**  
Thema: Aminosäuren und Proteine

### 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
<b>1</b>	<p><u>Zeichnung des Strukturformelausschnitts:</u></p>  <p><u>Erläuterung des Aufbaus von Proteinen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Primärstruktur: Aminosäuresequenz; Verknüpfung der Aminosäuren über Peptidbindungen <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ hier Aminosäureabfolge wie in Tabelle 1</li> </ul> </li> <li>◆ Sekundärstruktur: räumlich begrenzter dreidimensionaler Strukturabschnitt eines Protein-Moleküls aufgrund von intramolekularen Wasserstoffbrücken zwischen den Peptidbindungen <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ hier <math>\alpha</math>-Helices, <math>\beta</math>-Faltblattstrukturen und ungeordnete Bereiche</li> </ul> </li> <li>◆ Tertiärstruktur: Räumliche Struktur eines Protein-Moleküls durch Wechselwirkungen der Seitenketten (Disulfidbrücken, Ionenbindung, Wasserstoffbrücken oder van-der-Waals-Kräfte) <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ beispielsweise kann es zwischen Cystein-Bausteinen zur Ausbildung von Disulfidbrücken kommen</li> </ul> </li> <li>◆ Quartärstruktur: Zusammenlagerung mehrerer Polypeptidketten zu einer funktionellen Einheit <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Aufbau des Gesamtproteins aus vier identischen Untereinheiten</li> </ul> </li> </ul>	1	2	
<b>1</b>		1	1	
<b>1</b>		1	1	
<b>1</b>		1	1	1
<b>1</b>		1		1
<b>1</b>		1		1
<b>2</b>	<p><u>Experiment 1:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Durchführung (entsprechend dem Beobachtungsbogen)</li> <li>◆ Beobachtung <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Reagenzglas B: lebhafte Gasbildung; Glimmspan flammt auf</li> <li>◆ Reagenzglas A: keine Gasentwicklung</li> </ul> </li> </ul> <p><u>Experiment 2:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Durchführung (entsprechend dem Beobachtungsbogen)</li> <li>◆ Beobachtung <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Reagenzglas C: pH-Wert im neutralen Bereich; lebhafte Gasentwicklung</li> <li>◆ Reagenzglas D: pH-Wert im sauren Bereich; keine bzw. verspätete und stark vermindert ablaufende Gasentwicklung</li> <li>◆ Reagenzglas E: pH-Wert im basischen Bereich; keine Gasentwicklung</li> </ul> </li> </ul>	3	1	2
<b>2</b>		2		
<b>2</b>		3		

**Profilfach Chemie**  
Thema: Aminosäuren und Proteine

<b>3</b>	<p><u>Deutung Versuch 1:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Katalase führt dazu, dass Wasserstoffperoxid zerfällt. Dabei entstehen Wasser und Sauerstoff.</li> <li>◆ Der Sauerstoff entweicht als Gas.</li> <li>◆ <math>2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2</math></li> <li>◆ Der gasförmige Sauerstoff kann mit der Glimmspanprobe nachgewiesen werden.</li> <li>◆ Erhitzt man das Enzym, wird das Protein denaturiert.</li> <li>◆ Dabei werden intramolekulare Wechselwirkungen überwunden und die Tertiärstruktur/Raumstruktur des Moleküls zerstört.</li> <li>◆ Das Enzym verliert dadurch seine biochemische Funktion.</li> </ul> <p><u>Deutung Versuch 2:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Durch die Zugabe der Salzsäure bzw. Lauge, kommt es zur Denaturierung des Proteins.</li> <li>◆ Es kommt zu einer Veränderung der Ladungsverhältnisse, durch die Ionenbindungen gespalten werden.</li> <li>◆ Auch hier wird die Tertiärstruktur des Proteins zerstört.</li> <li>◆ Das Enzym kann Wasserstoffperoxid katalytisch nicht mehr abbauen.</li> </ul>	7		
<b>4</b>	<p><u>Diskussion</u></p> <p>Pro:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Ein höherer Katalasegehalt schützt vor Enzymschäden durch Wasserstoffperoxid → Haare ergrauen später, ...</li> <li>◆ Da der Katalasegehalt im Alter sinkt, erscheint eine Zufuhr des Enzyms über die Nahrung erst einmal sinnvoll.</li> <li>◆ Da der Körper Katalase aus Aminosäuren aufbaut, erscheint auch die Aufnahme des Aminosäure-Mix als sinnvoll.</li> </ul> <p>Contra:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Die Aufnahme von Katalase über die Nahrung ist nicht gleichbedeutend mit einem höheren Katalasegehalt in den Zellen, denn das Präparat wird verdaut.</li> <li>◆ Durch die Verdauung kommt es zum Abbau des Enzyms, z.B. zu den Aminosäurebausteinen. Die Peptidbindungen werden gespalten.</li> <li>◆ Für den Körper verfügbar sind die Bausteine des Enzyms, die Aminosäuren.</li> </ul> <p><u>Fazit:</u> Die Aufnahme von Nahrungsergänzungsmitteln ist nur dann sinnvoll, wenn ein Mangel oder eine Unterversorgung mit den passenden Aminosäuren vorliegt. Das kann z.B. in fortschreitendem Alter der Fall sein.</p>	2		4
	<b>Summe<sup>2</sup></b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>8</b>

<sup>2</sup> 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 Standardbezug<sup>3</sup>

---

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	11, 13		9, 10	
2		4, 5		
3	8, 9		10	
4		11	8	3, 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 Bewertungsraster<sup>4</sup> vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

---

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.

## 6 Hinweise für Lehrkräfte bei fachpraktischen Aufgaben

---

### 6.1 Hinweise zur Durchführung der fachpraktischen Aufgabe

---

#### Geräte pro Arbeitsplatz:

- ◆ 6 Reagenzgläser
- ◆ 1 Stopfen
- ◆ 1 Becherglas (ca. 50 mL)
- ◆ 1 Reagenzglashalter
- ◆ Reagenzglasklammer
- ◆ 1 Spatel
- ◆ 4 Pipetten (1-5 mL)
- ◆ 1 Messzylinder (10 mL)
- ◆ Gasbrenner
- ◆ 1 Holzstab
- ◆ Feuerzeug
- ◆ Universal-Indikatorpapier
- ◆ 1 Pinzette

#### Chemikalien pro Arbeitsplatz:

- ◆ Wasser (demineralisiert)
- ◆ Trockenhefe
- ◆ Wasserstoffperoxid-Lösung ( $\omega = 10\%$ )
- ◆ Salzsäure ( $c = 2 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ )
- ◆ Natriumhydroxid-Lösung ( $c = 2 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ )

### Experiment 1: Einfluss der Temperatur auf die Katalaseaktivität

#### Durchführung:

- 1) Eine kleine Spatelspitze Trockenhefe und 8 mL Wasser werden in ein Reagenzglas gegeben, geschüttelt und anschließend auf zwei Reagenzgläser (A und B) verteilt.
- 2) Die Lösung eines Reagenzglases (A) wird in der Flamme des Gasbrenners zum Sieden erhitzt und dann zum Abkühlen auf die Seite gestellt.
- 3) In das andere Reagenzglas (B) wird 1 mL Wasserstoffperoxid-Lösung gegeben.
- 4) Das entstehende Gas wird nachgewiesen.
- 5) Zu Reagenzglas A wird nun ebenfalls 1 mL Wasserstoffperoxid-Lösung gegeben. Sollte das Reagenzglas noch zu warm sein, führen Sie erst Experiment 2 durch und diesen Arbeitsschritt im Anschluss.

### Experiment 2: pH-Wert-Abhängigkeit der Katalaseaktivität

#### Durchführung:

- 1) Zwei kleine Spatelspitzen Trockenhefe und 12 mL Wasser werden in ein Becherglas gegeben, umgerührt und anschließend auf drei Reagenzgläser (C, D und E) verteilt.
- 2) In das zweite Reagenzglas (D) wird 1 mL Salzsäure und in das dritte Reagenzglas (E) 1 mL Natronlauge gegeben. Der pH-Wert aller drei Reagenzgläser wird mittels Indikatorpapiers geprüft.
- 3) Zu allen drei Reagenzgläsern (C, D und E) wird 1 mL Wasserstoffperoxid-Lösung gegeben.

**Profilfach Chemie**  
Thema: Aminosäuren und Proteine

---

Arbeits-, Brand- und Gesundheitsschutz:

Arbeits-, Brand- und Gesundheitsschutz sind entsprechend den gesetzlichen Vorgaben sowie den bundeslandspezifischen Regelungen einzuhalten. Die Gefährdungsbeurteilung entspricht dem Stand von September 2024 und ist gegebenenfalls an aktuelle Änderungen und an die örtlichen Gegebenheiten anzupassen.

Hinweis an die Lehrkraft:

Entsorgung:

B8: Entsorgung von Wasserstoffperoxid:

In eine saure Natriumthiosulfat-Lösung eintragen und reduzieren. Auf vollständigen Umsatz mit Peroxid-Teststäbchen prüfen. Lösung in den Ausguss geben.

B1: Flüssige anorganische saure und basische Abfälle:

Reagenzglas­mengen mit viel Wasser verdünnen, größere Mengen neutralisieren und neutralisierte Flüssigkeit in den Ausguss geben.

**Profilfach Chemie**  
Thema: Aminosäuren und Proteine

6.2 Beobachtungsbogen

**Protokoll zur Erfassung der Versuchsdurchführung**

<b>Prüfling</b>		
<b>Datum, Raum</b>		
<b>Uhrzeit</b>	Versuchsbeginn:	Versuchsende:
<b>Fach, Kurs</b>	Chemie	Kurs:
<b>Prüfende Lehrkraft</b>		
<b>Betreuende Lehrkraft</b>		

<b>Experiment 1</b>	Teilaufgabe 2
<b>Durchführung des Experiments</b> (4 BE)	<p>Die Bewertungskriterien sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Beachtung der Sicherheitsbestimmungen: (2 BE) <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Schutzbrille</li> <li>◆ sichere Handhabung von Geräten und Chemikalien</li> <li>◆ sauberer, aufgeräumter Arbeitsplatz</li> </ul> </li> <li>◆ Fachgerechte Arbeitsweise: (1 BE) <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Versuchsaufbau und Versuchsabläufe entsprechend der Vorgaben</li> <li>◆ fachgerechtes Durchführen der Nachweisreaktion (1 BE)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Beobachtungen/ Messergebnisse</b>	<input type="checkbox"/> vom Prüfling selbstständig ermittelt <input type="checkbox"/> vom Prüfling angefordert
<b>Experiment 2</b>	Teilaufgabe 2
<b>Durchführung des Experiments</b> (2 BE)	<p>Die Bewertungskriterien sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Beachtung der Sicherheitsbestimmungen: (1 BE) <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Schutzbrille</li> <li>◆ sichere Handhabung von Geräten und Chemikalien</li> <li>◆ sauberer, aufgeräumter Arbeitsplatz</li> </ul> </li> <li>◆ Fachgerechte Arbeitsweise: (1 BE) <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Versuchsaufbau und Versuchsabläufe entsprechend der Vorgaben</li> </ul> </li> </ul>
<b>Beobachtungen/ Messergebnisse</b>	<input type="checkbox"/> vom Prüfling selbstständig ermittelt <input type="checkbox"/> vom Prüfling angefordert

Datum, Unterschrift der betreuenden Lehrkraft

Gemäß dem Protokoll zur Erfassung der Versuchsdurchführung erhält der Prüfling  
 \_\_\_\_\_ BE von maximal 6 BE.

### 6.3 Ersatzergebnisse

---

#### **Ersatzbeobachtungen nach Misserfolgen der Experimente (Abzug 2 BE pro Experiment)**

##### **Beobachtungen**

###### **Experiment 1:**

- ◆ Reagenzglas A:
  - ◆ Keine Reaktion nach Zugabe der Wasserstoffperoxid-Lösung.
  
- ◆ Reagenzglas B:
  - ◆ Starke Gasentwicklung und Schaumbildung nach Zugabe der Wasserstoffperoxid-Lösung.
  - ◆ Die Spitze des glimmenden Holzspans flammt auf.

###### **Experiment 2:**

- ◆ Reagenzglas C:
  - ◆ Starke Gasentwicklung und Schaumbildung nach Zugabe der Wasserstoffperoxid-Lösung.
  
- ◆ Reagenzglas D:
  - ◆ Deutlich geminderte Reaktion; kaum Gasentwicklung und Schaumbildung nach Zugabe der Wasserstoffperoxid-Lösung.
  
- ◆ Reagenzglas E:
  - ◆ Deutlich geminderte Reaktion; kaum Gasentwicklung und Schaumbildung nach Zugabe der Wasserstoffperoxid-Lösung.

### 6.4 Weitere Hinweise

---

Nachfolgend ist eine DEGINTU-Gefährdungsbeurteilung<sup>5</sup> angehängt. Sie entspricht dem Stand von September 2024.

---

<sup>5</sup> DGUV Information 213-098 Stoffliste zur DGUV Regel 113-018 „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen“