

**Gemeinsame Aufgabenpools der Länder**

**Pool für das Jahr 2025**

**Aufgaben für das Fach Biologie**

**Kurzbeschreibung**

<b>Aufgabentitel</b>	<b>Energiestoffwechsel bei Hefen</b>
<b>Anforderungsniveau</b>	erhöht
<b>Inhaltsbereiche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Leben und Energie             <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Abbauender Stoffwechsel</li> <li>◆ Feinbau Mitochondrium</li> <li>◆ Stoff- und Energiebilanz von Glykolyse, oxidativer Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus und Atmungskette</li> <li>◆ Alkoholische Gärung</li> </ul> </li> <li>◆ Grundlegende Zusammenhänge bei Stoffwechselwegen             <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Stoffwechselregulation auf Enzymebene</li> </ul> </li> </ul>
<b>Materialien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ M 1 Stoffwechselwege bei Hefezellen</li> <li>◆ M 2 Untersuchung der Substratabhängigkeit des Hefestoffwechsels</li> </ul>
<b>Quellenangaben</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ M 1 Schneider, V. (2010). Die Kunst gezielter Oxidation – Teil 2: Wirkung von Sauerstoff auf die Gärung. In: Journal für Terroirwein und Biodiversität. <a href="http://www.ithaka-journal.net/die-wirkung-von-sauerstoff-auf-die-garung">http://www.ithaka-journal.net/die-wirkung-von-sauerstoff-auf-die-garung</a> (letzter Zugriff: 25.01.2024)</li> <li>◆ Fotos Ersatzergebnisse: selbst erstellt</li> </ul>
<b>Hilfsmittel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ digitales Hilfsmittel, das mindestens die Funktionalität eines WTR hat<sup>1</sup></li> </ul>
<b>inhaltliche und methodische Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Ermitteln der Enzymaktivität</li> <li>◆ Ermitteln der Gärungsrate</li> </ul>
<b>fachpraktischer Anteil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ ja</li> <li>◆ Zeitzuschlag: nein</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Für fachpraktische Aufgaben sind die Hinweise 6.1 bis 6.4 zu beachten.</li> </ul>

<sup>1</sup> siehe „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“

## 1 Aufgabe

---

### Energiestoffwechsel bei Hefen

Von den etwa 700 heute bekannten Hefearten ist die Bier- oder Bäckerhefe (*Saccharomyces cerevisiae*) eine der bekanntesten. Sie verfügt über verschiedene Möglichkeiten des Energiestoffwechsels.

	<b>BE</b>
<p><b>1</b> Stellen Sie tabellarisch die Unterschiede zwischen dem aeroben und dem anaeroben Abbau von Glukose in Hefezellen anhand der drei Kriterien Stoff-, Energiebilanz und Lokalisation der einzelnen Teilschritte innerhalb der Zelle dar (M 1). Werten Sie auf dieser Grundlage das Diagramm in Abbildung 1 aus (M 1).</p>	12
<p><b>2.1</b> Erläutern Sie das experimentelle Vorgehen hinsichtlich des Variablengefüges (M 2). Begründen Sie die Verwendung des Wärmebads (M 1, M 2).</p>	8
<p><b>2.2</b> Führen Sie das Experiment gemäß Material 2 durch.</p> <p><i>Hinweis: Sollten Ihnen die Ergebnisse unbrauchbar erscheinen, können Sie Ersatzergebnisse gegen die Nichterteilung von acht Bewertungseinheiten von der Aufsicht führenden Lehrkraft anfordern.</i></p>	8
<p><b>2.3</b> Stellen Sie Ihre Ergebnisse tabellarisch dar.</p>	6
<p><b>2.4</b> Diskutieren Sie auf der Grundlage Ihrer Ergebnisse einen möglichen Zusammenhang von Stoffwechselaktivität und Art des Substrats auf enzymatischer Ebene (M 2).</p>	6

## 2 Material

### Material 1: Stoffwechselwege bei Hefezellen

Hefen sind eukaryotische Mikroorganismen. Sie besiedeln unter anderem den Darm von Säugetieren. Hefen gewinnen Energie für Wachstum und Vermehrung aus dem Abbau organischer Stoffe, die sie aus der Umgebung aufnehmen. Je nach Verfügbarkeit von Sauerstoff können sie aeroben Energiestoffwechsel über Zellatmung oder anaeroben Energiestoffwechsel über alkoholische Gärung betreiben.

In einem Laborexperiment wurde der Einfluss von Luftzufuhr auf die Zusammensetzung einer Hefe-Zucker-Suspension untersucht. Dabei wurde das Gemisch zuerst für eine bestimmte Zeit durch eine Schutzatmosphäre unter Luftabschluss gehalten. Im Anschluss wurde durch Entfernen der Schutzatmosphäre Raumluft zugeführt. Die folgende Abbildung zeigt die Ergebnisse der dabei durchgeführten Messungen.

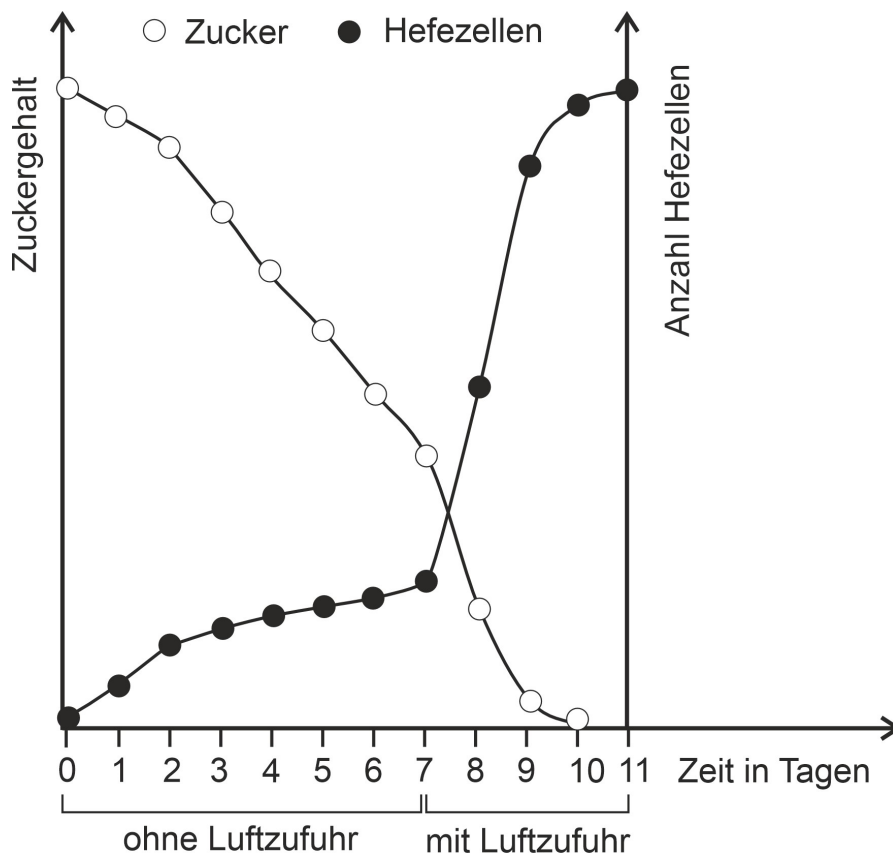


Abb. 1: Ergebnisse eines Laborexperiments zur Stoffwechselaktivität von Hefezellen. Als Zucker wurde Glukose verwendet.

(verändert nach: Schneider, 2010)

## Material 2: Untersuchung der Substratabhängigkeit des Hefestoffwechsels

Durch ein Experiment soll die Abhängigkeit der Stoffwechselaktivität von der Art des zur Verfügung stehenden Zuckers bei Hefezellen untersucht werden. Dabei sollen die Stoffe Glukose, Maltose und Stärke (vgl. Tabelle 1) verglichen werden.

Tabelle 1: Chemischer Aufbau von Zuckern (vereinfacht)

	Zucker-Typ	Molekularer Aufbau
Glukose	Monosaccharid	einzelne Glukosemoleküle
Maltose	Disaccharid	zwei chemisch verknüpfte Glucosemoleküle
Stärke	Polysaccharid	chemisch verknüpfte Ketten aus Glukosemolekülen

Ihnen stehen folgende Geräte und Materialien zur Verfügung:

### Geräte:

Erlenmeyerkolben, Messzylinder, Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Stopfen  
Wasserbad mit 35-40 °C, Stoppuhr

### Chemikalien:

Hefe-Suspension, Substrat-Lösungen (w = 10 %) von Glukose, Maltose und löslicher Stärke

Für das Experiment macht man sich zunutze, dass das im Stoffwechsel gebildete Kohlenstoffdioxid zur Schaumbildung im Reagenzglas führt.

Zur Durchführung werden jeweils 5 mL einer Hefe-Suspension mit 10 mL der zu untersuchenden Substrat-Lösung versetzt, geschüttelt und für 15 Minuten in das Wasserbad überführt. In Zeitintervallen von 5 Minuten werden die Beobachtungen notiert.

### 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	Vergleichen:		7			
	Kriterium	Anaerober Abbau (Alkoholische Gärung)				Aerober Abbau (Zellatmung)
	Stoffbilanz	pro Molekül Glukose Bildung von 2 Molekülen Ethanol und 2 Molekülen Kohlenstoffdioxid				pro Molekül Glukose Bildung von 6 Molekülen Wasser und 6 Molekülen Kohlenstoffdioxid
	Energiebilanz	pro Molekül Glukose Bildung von 2 Molekülen ATP				pro Molekül Glukose Bildung von ca. 38 Molekülen ATP
	Lokalisation in der Zelle	vollständig im Cytoplasma	Glykolyse: im Cytoplasma; oxidative Decarboxylierung und Tricarbonsäurezyklus: in der Matrix der Mitochondrien; Atmungskette: an der inneren Mitochondrienmembran			
	Auswerten des Diagramms: Abnahme des Zuckergehalts und Zunahme der Hefezellzahl im Laufe der Zeit, da Zucker von Hefezellen verstoffwechselt wird, wodurch die Hefezellen sich vermehren können. Nach vollständigem Verbrauch des Zuckers ab Tag 10 Stagnation der Hefezellen-Vermehrung  Wesentlich schnellere Abnahme des Zuckergehalts sowie Zunahme der Hefezellzahl nach Luftzufuhr, da bei Kontakt mit Sauerstoff durch Zellatmung mehr Energie für die Vermehrung der Hefezellen nutzbar gemacht werden kann.		5			
2.1	Erläutern des experimentellen Vorgehens: ♦ unabhängige Variable: Art des Substrats, um die Abhängigkeit der Gärung isoliert untersuchen zu können ♦ abhängige Variable: Schaumhöhe, weil indirekter Rückschluss auf Gärung bzw. Zellatmung möglich ♦ Kontrollvariablen: Ausschluss anderer Einflüsse auf Gärungsaktivität, daher konstante Bedingungen wie Temperatur oder Volumina  Begründen der Nutzung eines Wärmebads: ♦ Modellierung der physiologischen Umgebungstemperatur der Hefen			6	2	

<b>2.2</b>	Durchführen des Experiments: ♦ Sachgerechte Vorbereitung des Experiments ♦ Sachgerechte Durchführung des experimentellen Anteils ♦ Berücksichtigung der Sicherheitsaspekte  <i>Hinweis: Die Vergabe der Bewertungseinheiten durch die prüfende Fachlehrkraft für die Durchführung erfolgt entsprechend der Angaben im Beobachtungsbogen. Bei Anforderung der Ersatzergebnisse durch den Prüfling werden acht Bewertungseinheiten nicht erteilt.</i>	2	6																					
<b>2.3</b>	Tabellarische Darstellung der Ergebnisse: <table border="1" data-bbox="252 566 1185 1245"> <thead> <tr> <th></th> <th>RG 1 Glukose</th> <th>RG 2 Maltose</th> <th>RG 3 Stärke</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>nach ½ min</td> <td>Gasentwicklung und Beginn der Schaumbildung</td> <td>keine Veränderung</td> <td>keine Veränderung</td> </tr> <tr> <td>nach 5 min</td> <td>Gasentwicklung und Schaumbildung</td> <td>Beginn der Gasentwicklung und Schaumbildung</td> <td>keine Veränderung</td> </tr> <tr> <td>nach 10 min</td> <td>Zunahme der Gasentwicklung und Schaumbildung</td> <td>Zunahme der Gasentwicklung und Schaumbildung</td> <td>keine Veränderung</td> </tr> <tr> <td>nach 15 min</td> <td>Weitere Zunahme der Gasentwicklung und Schaumbildung (Schaumkrone mit Höhe von ca. 4 cm)</td> <td>Weitere Zunahme der Gasentwicklung und Schaumbildung (Schaumkrone mit Höhe von ca. 4 cm)</td> <td>keine Veränderung</td> </tr> </tbody> </table>		RG 1 Glukose	RG 2 Maltose	RG 3 Stärke	nach ½ min	Gasentwicklung und Beginn der Schaumbildung	keine Veränderung	keine Veränderung	nach 5 min	Gasentwicklung und Schaumbildung	Beginn der Gasentwicklung und Schaumbildung	keine Veränderung	nach 10 min	Zunahme der Gasentwicklung und Schaumbildung	Zunahme der Gasentwicklung und Schaumbildung	keine Veränderung	nach 15 min	Weitere Zunahme der Gasentwicklung und Schaumbildung (Schaumkrone mit Höhe von ca. 4 cm)	Weitere Zunahme der Gasentwicklung und Schaumbildung (Schaumkrone mit Höhe von ca. 4 cm)	keine Veränderung	3	3	
	RG 1 Glukose	RG 2 Maltose	RG 3 Stärke																					
nach ½ min	Gasentwicklung und Beginn der Schaumbildung	keine Veränderung	keine Veränderung																					
nach 5 min	Gasentwicklung und Schaumbildung	Beginn der Gasentwicklung und Schaumbildung	keine Veränderung																					
nach 10 min	Zunahme der Gasentwicklung und Schaumbildung	Zunahme der Gasentwicklung und Schaumbildung	keine Veränderung																					
nach 15 min	Weitere Zunahme der Gasentwicklung und Schaumbildung (Schaumkrone mit Höhe von ca. 4 cm)	Weitere Zunahme der Gasentwicklung und Schaumbildung (Schaumkrone mit Höhe von ca. 4 cm)	keine Veränderung																					
<b>2.4</b>	Diskutieren: ♦ Stoffwechselaktivität hängt grundsätzlich von der Verfügbarkeit der Glukose als Substrat für Gärung beziehungsweise Zellatmung ab, daher sofortiges Einsetzen der Schaumbildung bei Zusammengeben von Hefesuspension und Glukoselösung. ♦ Etwas verzögertes Einsetzen der Schaumbildung bei Maltose weist daher auf vorhandenes Enzym zur Spaltung hin, so dass zeitlich versetzte Glukosebereitstellung möglich ist. ♦ Fehlende Schaumbildung lässt schlussfolgern, dass für die Spaltung von Stärke kein Enzym vorhanden ist.			6																				
<b>Summe<sup>2</sup></b>		<b>12</b>	<b>20</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	1	9	5	
2	2	4, 5, 6, 7, 8	9, 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 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* genannt, 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 Aufgaben mit fachpraktischem Anteil

---

### 6.1 Hinweise zur Vorbereitung

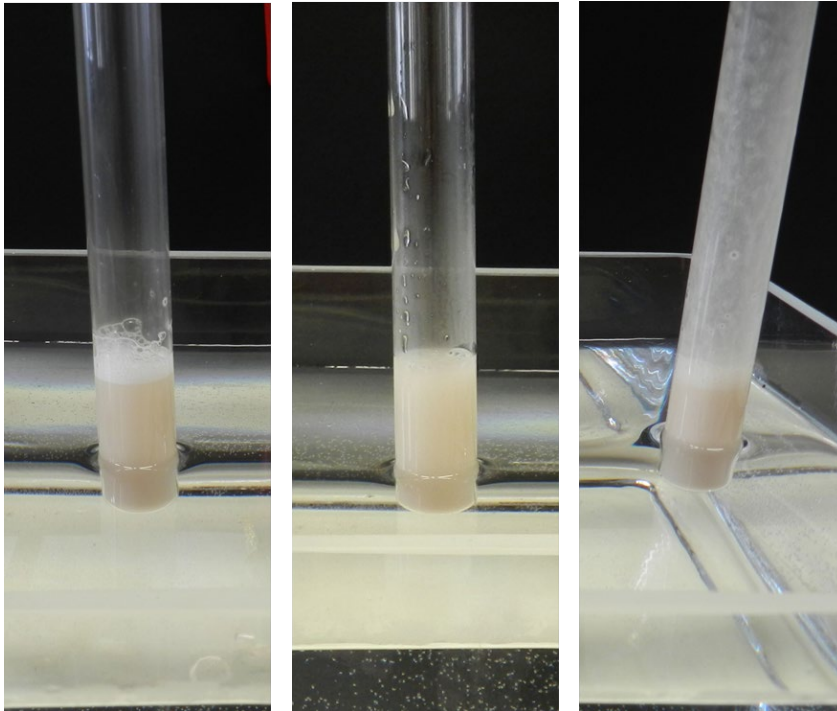
---

- ◆ Bereitstellen sind:
  - ◆ Geräte:
    - ◆ Erlenmeyerkolben, Messzylinder, Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Stopfen, Wasserbad mit 35-40 °C, Stoppuhr
  - ◆ Materialien:
    - ◆ Hefe-Suspension (14 g Trockenhefe in 50 mL 35°C warmen Wasser suspendieren; am Prüfungstag frisch ansetzen), Leitungswasser, 10 %ige Lösungen von Glukose, Maltose und lösliche Stärke
  - ◆ Beobachtungsbogen (6.2)
  - ◆ Ersatzergebnisse (6.3)
- ◆ Die Durchführung der fachpraktischen Teilaufgabe ist vorab von der prüfenden Lehrkraft zu erproben.
- ◆ Die Bewertung fachpraktischer Tätigkeiten erfolgt auf Grundlage des von der Aufsicht führenden Fachlehrkraft anzufertigenden Beobachtungsbogens (6.2).
- ◆ Für den Fall des Misslingens wurde ein Ersatzergebnis erstellt, welches dem Prüfling auf Verlangen vorzulegen ist (6.3). Der Zeitpunkt der Anforderung der Ersatzergebnisse durch den Prüfling ist im Beobachtungsbogen (6.2) festzuhalten.

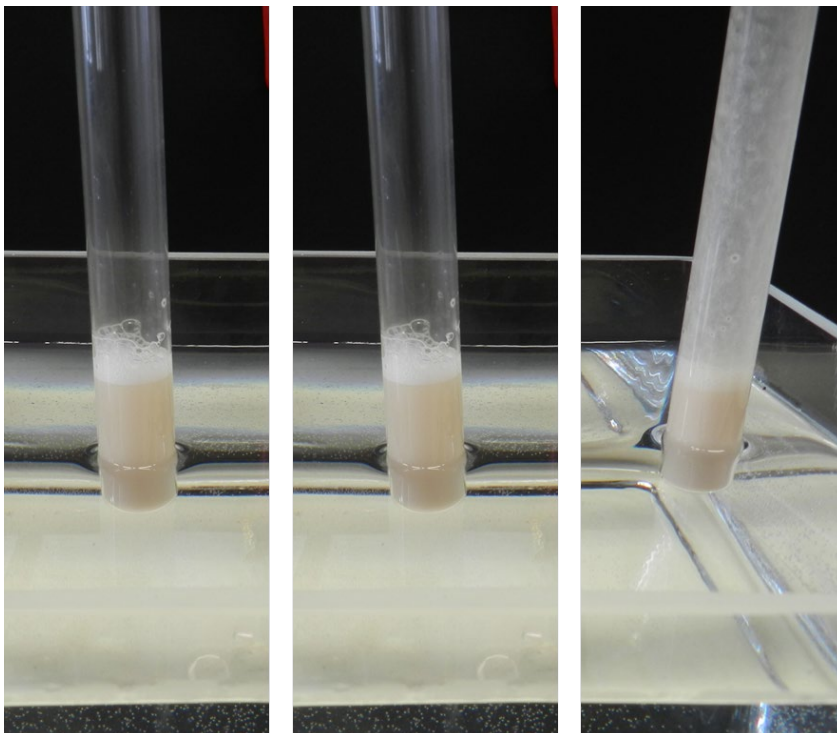


### 6.3 Ersatzergebnisse, Ersatzmesswerte, Ersatzbeobachtungen

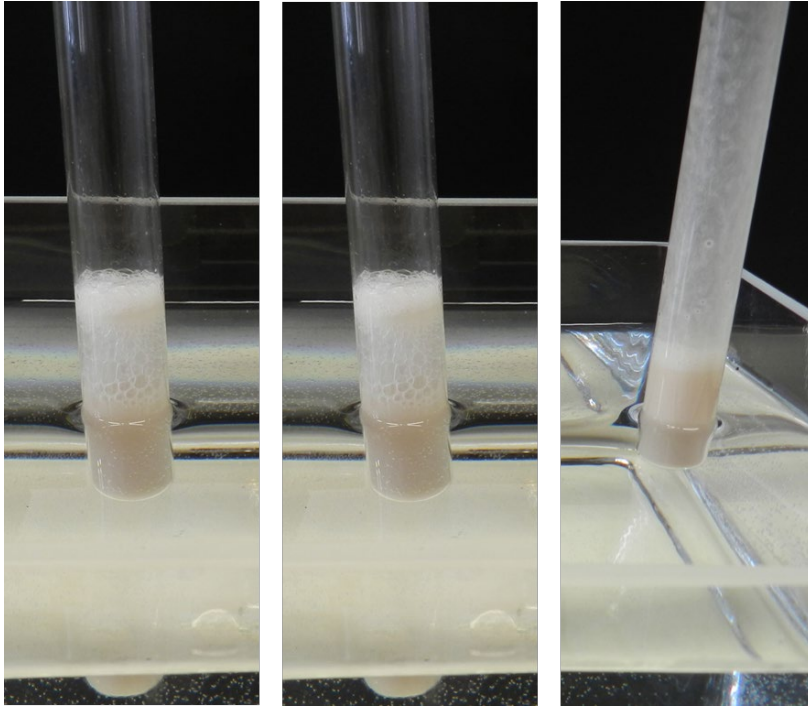
#### Versuchsergebnisse zu verschiedenen Zeitpunkten:



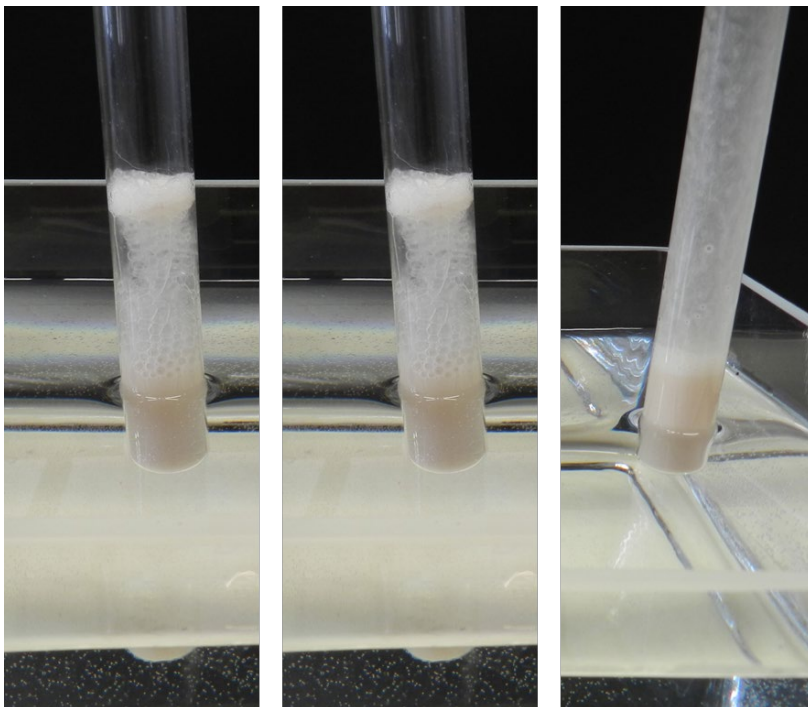
Zeitpunkt nach ½ min; Reagenzgläser von links nach rechts: Glucose, Maltose, Stärke



Zeitpunkt nach 5 min; Reagenzgläser von links nach rechts: Glucose, Maltose, Stärke



Zeitpunkt nach 10 min; Reagenzgläser von links nach rechts: Glucose, Maltose, Stärke



Zeitpunkt nach 15 min; Reagenzgläser von links nach rechts: Glucose, Maltose, Stärke

#### 6.4 Weitere Hinweise

---

Bei Anforderung der Ersatzergebnisse durch den Prüfling werden acht Bewertungseinheiten nicht erteilt. Die Vergabe der BE durch die prüfende Fachlehrkraft für die Durchführung erfolgt entsprechend der Angaben im Beobachtungsbogen.

DEGINTU-Gefährdungsbeurteilung: siehe Folgeseite

### Muster-Gefährdungsbeurteilung

**Tätigkeit / Experiment**

**Tätigkeitsbeschreibung (Stichpunkte):**

- Qualitative Bestimmung der Gärungsaktivität in Hefesuspensionen in Abhängigkeit vom Substrat (Glukose, Maltose, Stärke)

**Ermittlung der gefährlichen Stoffeigenschaften (Edukte / Produkte / Nebenprodukte)**

Stoff / Gemisch	Signalwort	H-Ziffern und H-Sätze, P-Ziffern und P-Sätze
1.		
2.		
3.		

Werden Gasbrenner verwendet? Ja  Nein

Piktogramme der beteiligten Stoffe									
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Beurteilung der Gefahren und Entsorgungshinweise**

Gefahr	vorhanden	nicht vorhanden	Entsorgungshinweise
durch Haut- und Augenkontakt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	RISU-KMK, I - 3.13 Entsorgung RISU-KMK, III - 2.6 Entsorgung von Gefahrstoffabfällen in Schulen
durch Einatmen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
durch Brand, Explosion	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Sonstige Gefahren	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

**ggf. Erläuterungen zu weiteren Gefahren und mögliche Substitutionen:**

*Saccharomyces cerevisiae* kann eine mögliche allergene Wirkung haben (Risikogruppe 1, Wirkung: sensibilisierend).

**Festlegung der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit**

Mindeststandard vgl. RISU						
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. System	Lüften	Brandschutz
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**ggf. weitere Maßnahmen:**

Für die Vollständigkeit und Richtigkeit dieser Muster-Gefährdungsbeurteilung wird keine Haftung übernommen. Jede Nutzerin/jeder Nutzer muss die aufgeführten Inhalte auf der Grundlage der länderspezifischen Regelungen eigenverantwortlich prüfen und an die tatsächlichen Gegebenheiten anpassen.

\_\_\_\_\_  
(Name der Schule)

\_\_\_\_\_  
(Datum, Unterschrift Lehrkraft)