

F06 Tätigkeitsbezogene Muster-
Gefährdungsbeurteilung und Dokumentation nach
§6 GefStoffV: Enzymkatalytische
Harnstoffhydrolyse mit Urease unter diversen
Bedingungen (Beispiel-GBU)

Versuchs-Kategorie:

Schülerversuch ab Jahrgangsstufe 5

🔧 Geräte

Reagenzglasgestell, 5 Reagenzgläser, 5 Stopfen, Laborbrenner, Reagenzglas-Holzklammer



ⓘ Ggf. unten stehende Erläuterungen zu den Piktogrammen beachten.

⚙️ Versuchsdurchführung

Vorab müssen die folgenden Reagenzien angesetzt werden: Harnstofflösung 2%, Kupfersulfatlösung, 2,2-Dimethylharnstofflösung, Ureaselösung 0,1%.

Es werden 5 Reagenzgläser benötigt. In allen Ansätzen werden 1 - 2 Tropfen Phenolphthalein-Indikatorlösung vorgelegt.

- Ansatz 1: + 5 ml Harnstofflösung (Kontrolle)
- Ansatz 2: + 5 ml Harnstofflösung + 2 ml Ureaselösung (Harnstoffhydrolyse durch Urease)
- Ansatz 3: + 5 ml Harnstofflösung + 2 ml aufgekochte Urease-Suspension (Hitzedenaturierung)
- Ansatz 4: + 5 ml Harnstofflösung + 1 ml Kupfersulfatlösung, + 2 ml Urease-Suspension (Schwermetallvergiftung)
- Ansatz 5: + 2,5 ml Harnstofflösung + 2,5 ml N,N-Dimethylharnstofflösung, + 2 ml Ureaselösung (kompetitive Hemmung)

Die Reagenzgläser werden nach dem Zusammengeben der Lösungen mit einem Stopfen verschlossen und geschüttelt.

Reaktionsgleichung

$$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 2 \text{NH}_3$$

⚠️ Gefährdungen durch:

Stoffliche Eigenschaften	vorhanden
KMR-Stoff 1A/1B	☐
durch Einatmen	☐
durch Hautkontakt	☐
durch Augenkontakt	☒
Brandgefahr	☒
Explosionsgefahr	☐
weitere Gefahren	☐

weitere Gefährdungen

☒ **weitere Gefahren und Hinweise**
Aufgrund der Kanzerogenität von Phenolphthalein wird der Indikator im Schulbereich nicht selbst angesetzt, sondern eine käufliche Lösung w < 1% verwendet. Eine Gefährdung durch die Freisetzung der Reaktionsprodukte Ammoniak und Kohlenstoffdioxid kann aufgrund ihrer Löslichkeit und der geringen Konzentration ausgeschlossen werden.

Schutzmaßnahmen

Bau-, Ausrüstung, Einrichtung und organisatorische Maßnahme vgl. RiSU III – 2.4.4 und III – 2.4.5



Schutzbrille



Schutzhandschuhe



Abzug



Lüftungsmaßnahmen



geschlossenes System



Brandschutzmaßnahmen



Weitere Schutzmaßnahmen

Die brennbare Indikatorlösung ist vom Laborbrenner fernzuhalten. Händewaschen nach dem Versuch. Es ist mehr aus unterrichtsökonomischen Gründen als unter dem Gefährdungsaspekt zu empfehlen, dass die Lösungen von der Lehrperson bereit gestellt werden.

Anmerkungen zu den Schutzmaßnahmen

Auf weitere Schutzmaßnahmen kann aufgrund der geringen Substanzmengen verzichtet werden.

Chemikalien

Stoffbezeichnung	Anmerkung	Signalwort	Piktogramm	H-Satz	P-Satz	Tätigkeit	Typ
Harnstoff - 13010	zum Ansetzen der Lösung	-				+	Edukt
Urease - 123199	zum Ansetzen der Suspension	-				+	Edukt
Kupfer(II)-sulfat-5-Hydrat - 1760.003	zum Ansetzen der Lösung	GEFAHR		H302 H318 H410	P280 P302+P352 P305+P351+P338	S4K	Additiv
Phenolphthalein < 1% in Ethanol - 100532.002		GEFAHR		H225 H319	P201 P210 P305+P351+P338	S4K	Additiv
N,N-Dimethylharnstoff - 11510	zum Ansetzen der Lösung	-				+	Additiv
Harnstoff 2% -		-					Edukt
Urease Suspension 0,1% in Wasser -		-				+	Edukt
N,N-Dimethylharnstoff 2% -		-					Additiv

Sicherheitshinweise

Persönliche Schutzausrüstung



Eine **Gestellschutzbrille** ist zu tragen.

Verhalten im Gefahrenfall

Entstehungsbrände: Entstehungsbrände mit Feuerlöscher bekämpfen. Schülerinnen und Schüler halten sicheren Abstand. Können diese nicht sofort gelöscht werden, Raum unverzüglich verlassen und Feuerwehr sowie Schulleitung alarmieren. Personenbrände mit Handbrause oder ggf. Feuerlöscher unverzüglich bekämpfen, hier zählt jede Sekunde!

Entsorgung

Mit Wasser verdünnt im Abfluss. Kupfersulfat-Ansatz im Abfallgefäß für Schwermetallsalzlösungen.

⇌ Substitution

Substitution von Gefahrstoffen, Verwendungsformen und -verfahren wurde geprüft. Der Versuch ist zur Vermittlung wesentlicher Lerninhalte nicht verzichtbar und kann unter Einhaltung der in der Versuchsvorschrift genannten Einschränkungen und mit den dort genannten Schutzmaßnahmen durchgeführt werden. Gefährliche Stoffeigenschaften oder andere Gefährdungen, die eine Durchführung durch Schüler/innen oder Lehrkräfte grundsätzlich ausschließen würden, sind nicht bekannt. Die Stoffliste DGUV Information 213-098 in degintu.dguv.de wurde berücksichtigt.

Anmerkungen zur Substitution

Der Indikator Phenolphthalein (Farbumschlag ab ca. pH 8,2) kann hier nicht ersetzt werden. Andere Indikatoren besitzen keinen geeigneten Umschlagsbereich, der Farbumschlag von Thymolphthalein wird beispielsweise erst bei einem pH-Wert von ca. 10,4 deutlich erkennbar. Von der stark verdünnten Phenolphthaleinlösung ($w < 1\%$) geht zudem keine über die Brennbarkeit gegebene Gefährdung aus. Die Wirkung einer Schwermetallvergiftung wird am Beispiel des Kupfers gezeigt, da es im Vergleich zu anderen Schwermetallen (z. B. Blei, Cadmium, Quecksilber) die geringste Toxizität aufweist. Der früher üblicherweise verwendete kompetitive Inhibitor Thioharnstoff ist durch den ungefährlichen Stoff N,N-Dimethylharnstoff ersetzt.

Literatur

keine Angaben

Versuch wird im folgendem Raum durchgeführt:

Fachraum Naturwissenschaften

💬 Weitere Anmerkungen zum Versuch

keine Angaben

Datum: _____

Unterschrift: _____

Erstellt am 05.04.2019 11:44, für
RPK Fachberatung Biologie, Karlsruhe