



**TUHH**  
Technische  
Universität  
Hamburg

# Anleitung zur Experimentreihe Wie arbeitet ein Forscher am Beispiel Hefe?

mit oder ohne

**KNIFFELIX online Experimentierplattform**  
**„Pizza-Rätsel“**  
**[www.kniffelix.de](http://www.kniffelix.de)**

# TUHH

Technische Universität Hamburg

für  
**JUGENDLICHE**

## STUDIEN- & BERUFSORIENTIERUNG für Mathe-Informatik-Naturwissenschaft-Technik (MINT)



[www.nachwuchscampus.de](http://www.nachwuchscampus.de)



@mint\_nachwuchscampus



AUSBILDUNG &  
STUDIUM

## EXPERIMENTIERWEBSITE Mit-Mach-Experimente für zuhause & in der Schule



[www.kniffelix.de](http://www.kniffelix.de)



### RÄTSEL-THEMEN

- Pizza
- Ketchup
- Hubschrauber
- Flugzeug
- Tragflächen
- Erde

...  
Einblick in die TUHH

...  
Berufsorientierung

## SCHULPROJEKTE Leihexperimentierkisten & Informationen



[www.kinderforscher.de](http://www.kinderforscher.de)



@kinderforscher\_an\_der\_tuhh

### KONTAKT:



KINDERFORSCHER AN DER TUHH  
Am Irrgarten 7  
21073 Hamburg  
Tel: 040-428784082  
gesine.liese@kinderforscher.de  
www.kinderforscher.de



INSTITUT FÜR TECHNISCHE BIODKATALYSE  
Denickestr. 15  
21073 Hamburg  
Tel: 040-428783218  
liese@tuhh.de  
www.technical-biocatalysis.com



### FÖRDERER:



Behörde für Wirtschaft und Innovationen



Behörde für Schule und Berufshilfe



Rotary Club



## Lehreranleitung zur Experimentreihe „Hefe“

### Hinweise zum Verständnis:

- 🔍 Schwarzer Text bezieht sich auf Vorschläge, was Sie sagen könnten
- 🔍 Roter Text markiert den Versuchsteil und gibt Hinweise zu Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung
- 🔍 Blauer Text kennzeichnet Kommentare, Hinweise sowie mögliche Antworten der Jugendlichen
- 🔍 Orangefarbener Text kennzeichnet weiterführende oder digitale Angebote

### Ziele der Unterrichtseinheit:

- Selbstständig in Kleingruppen Arbeitsanleitungen umsetzen
- Zum Ausprobieren und Weiterdenken mithilfe des Arbeitsblattes heranzuführen
- Versuchsreihen kennenlernen und durchführen
- Den Begriff „Enzym“ kennenlernen
- Erste Erfahrungen im Arbeiten mit Mikroorganismen sammeln
- Dazu anregen, Phänomene aus dem Alltag wahrzunehmen, zu hinterfragen und zu erforschen

### 1. Einleitung:

- 🔍 Fast täglich essen wir Backwaren. Wie werden sie eigentlich hergestellt? Und wie kam es dazu? Nehmen wir z.B. Brot: Ursprünglich wurde ein Brei aus gemahlenem Getreide mit Wasser auf heißen Steinen gebacken. Es entstanden nur flache Brote: Fladenbrote. Welche zwei Erfindungen haben das Brotbacken entscheidend verändert?
  1. Der Bau von Backöfen, in dem der Teig von allen Seiten erhitzt und gleichmäßig gebacken wird. (Eine physikalische/technische Erfindung)
  2. Die Entdeckung von Backtriebmitteln wie Hefe: Wird einem Getreide-Wasser-Brei Hefe hinzugefügt, so entsteht ein bedeutend lockereres, geschmacksintensiveres Brot als Fladenbrot. (Eine biologische/chemische Entdeckung)
- 🔍 Was bringt Hefe im Teig zum „Gehen“? Wenn eine Forscherin oder ein Forscher in einem Labor einer Fragestellung nachgehen möchte, macht sie/er häufig eine Versuchsreihe. Was ist eine Versuchsreihe?

Eine Versuchsreihe sind mehrere Proben (Versuche), die alle bis auf jeweils eine Veränderung gleich sind. Hierdurch versucht man herauszufinden, inwieweit diese eine Veränderung das Experiment beeinflusst.
- 🔍 Jedoch aufgepasst, viele Faktoren können eine Versuchsreihe beeinflussen! Was wird schon allein durch die Wahl der Gefäße beeinflusst?

1. Die Form (Relation Durchmesser zu Höhe) und Größe bestimmen die Austauschmöglichkeit mit der Probenumgebung und/oder wie schnell Gase in Proben entweichen können, sowie ob und wie Inhalte durchmischt werden können.
2. Ob es ein geschlossener oder offener Behälter ist, bestimmt ob z.B. anaerobe / aerobe Versuchsbedingungen vorliegen (ohne oder mit Sauerstoff).
3. Das Material (Metall, Keramik, Glas, Holz) kann Wechselwirkungen mit dem Inhalt verursachen (z.B. Silber & Ei bilden Silbersulfid und schmecken nach verdorbenen Eiern) oder je nach Oberflächenbeschaffenheit (porös, glatt) zu einem anderen Verhalten der Vorgänge in Behältern führen. Je nachdem, ob das Material wärmeleitend oder isolierend ist, können Versuche ebenso sehr unterschiedlich verlaufen.

🔍 Wie könnte beispielsweise eine Versuchsreihe zur Veränderung des Kakaogeschmacks in Abhängigkeit von der Menge des verwendeten Kakaopulvers aussehen?

Beispiel: Man könnte 5 gleiche Gläser mit derselben Menge derselben Milchsorte füllen. In das erste Glas gibt man einen Teelöffel Kakaopulver. In das zweite Glas gibt man zwei Löffel desselben Kakaopulvers, usw. In das fünfte Glas gibt man fünf Löffel desselben Kakaopulvers. Nun rührt man jedes Glas mit einem eigenen Löffel um. Bei diesem Experiment darf natürlich ausnahmsweise der Geschmackstest verwendet werden!

Hinweise: Die verschiedenen Löffel sind nötig, damit das stärker konzentrierte Kakaogetränk das schwächer konzentrierte nicht beeinflusst. Dieselbe Menge derselben Milchsorte ist notwendig, damit die geschmackliche Veränderung wirklich nur von der veränderten Konzentration des Kakaopulvers kommen kann.

🔍 In einer Versuchsreihe untersucht ein Forscher bzw. eine Forscherin systematisch eine Fragestellung. Für jeden Parameter muss es eine Versuchsreihe geben. Sollen mehrere Parameter untersucht werden, müssen mehrere Versuchsreihen durchgeführt werden. Eine solche Versuchsreihe möchten wir heute am Beispiel von Hefe durchführen.

🔍 Was wisst ihr über Hefe? Welche Lebensmittel kennt ihr, in denen Hefe vorkommt?  
Brot, Pizza, Kuchen, Hefeweizenbier, ...

🔍 Was ist bei der Herstellung von Hefeteigen anders als bei anderen Teigen?  
Bei Frischhefe muss man einen Vorteig machen, der Teig muss warm gestellt werden, er muss Zeit zum „Gehen“ haben.

Auch Teig mit Trockenhefe wird zum „Gehen“ warmgestellt.

🔍 Wie können wir untersuchen, was das „Aufgehen“ des Hefeteiges beeinflusst? Das wollen wir einmal selbst ausprobieren. Überlegt bei der Durchführung des

Grundversuchs Hefe: Wie viele Parameter hat der Grundversuch und wie viele Versuchsreihen beinhaltet der Grundversuch?








Antwort: 2 Parameter (Temperatur & mit/ohne Zucker) und 2 Versuchsreihen

## 2. Versuche

Im Rahmen der Kniffelix-Mission „**Pizza-Rätsel**“ gibt es mehrere Versuche. Der einführende Versuch in **Pizza Mission 1** zeigt, was einen Teig mit Hefe von einem Teig ohne Hefe unterscheidet. Wenn nur wenig Unterrichtszeit zur Verfügung steht, empfehlen wir, nur die **Versuchsreihe vom Grundversuch** (in **Pizza Mission 2 Teil 2**) durchzuführen, die untersucht, welche Faktoren das Aufgehen der Hefe beeinflussen. In **Pizza Mission 4** wird zu **weiteren Versuchsreihen** mit Hefe angeregt. Auf diese wird bei den **Zusatz-Versuchsreihen zum Thema Hefe** dieser Lehreranleitung näher eingegangen. Die Pizza Mission endet mit einem **Pizza-Rezept**, das im Begleitmaterial enthalten ist.

Die für den Versuch „**Teig mit und ohne Hefe**“ (Mission 1) benötigten Materialien pro Gruppe finden Sie auf dem Blatt „Grundrezept für Hefeteig“, auf dem auch die Durchführung beschrieben ist.

**Hinweise zum Grundversuch: Was bringt Hefe zum Aufgehen? (Mission 2 Teil 2):**  
(Dauer: ca. 20-30 min. Hinweise zu weiterführenden Versuchen am Ende der Nachbesprechung.)

-  Das Material können Sie sich anhand der Materialliste selbst zusammensuchen, oder wenn Sie in der Metropolregion Hamburg unterrichten, können Sie es auch bei KINDERFORSCHER AN DER TUHH ausleihen. Das Bestellformular und weitere Informationen hierzu finden Sie auf der Website [www.kinderforscher.de](http://www.kinderforscher.de) unter „Experimentierkistenverleih“. Das Material in der Experimentierkiste reicht für eine ganze Klasse bzw. für eine Versuchsdurchführung von sechs Gruppen.
-  Da jede Gruppe mindestens 200 ml kaltes, warmes und heißes Wasser benötigt, gibt es eine zweite Experimentierkiste mit sechs Thermoskannen (2x kalt, 2x warm, 2x heiß), Schildchen für die Beschriftung und einem Wasserkocher. Diese Kiste ist im Lieferumfang enthalten oder das Material muss selbst beschafft werden.
-  Der Versuch funktioniert umso besser, je kälter das kalte Wasser ist. Optimal ist kühl-schränkkalt (ca. 5° C). Das warme Wasser sollte ordentlich handwarm sein (ca. 30°-35° C). Das heiße Wasser muss nicht ganz kochend heiß sein (> 70° C reicht, damit die Enzyme deaktivieren).
-  Bitte beachten: Vorsicht mit dem heißen Wasser!
-  Die Jugendlichen können den Versuch sehr gut selbstständig durchführen.
-  Am Ende gibt es einiges zu spülen!
-  **BEI VERSUCHSAUFTEILUNG AUF ZWEI TAGE:**

**Am ersten Tag:** Die SchülerInnen den Versuch in 6 Gruppen selbst machen lassen.

**Am zweiten Tag:** Den Versuch nur einmal als Demonstrationsversuch aufbauen, genau beobachten, wie und wo sich Gasbläschen bilden und mit Hilfe der Wissensbox




besprechen. Weiter gibt es endlos viele Möglichkeiten, sich aus diesem Themenbereich weitere Versuchsreihen zu überlegen und zu erproben, wie am Ende der Nachbesprechung schon angedeutet.

3. Nachbesprechung: (siehe auch Lösung zum Grundversuch – in Leihkiste 6x laminiert enthalten)

 Welche Beobachtungen habt ihr gemacht?

- Am besten verläuft der Versuch mit warmem Wasser und Zucker.
- Eine schwache Reaktion ist in warmem Wasser ohne Zucker zu sehen.
- Je nachdem wie kalt das kalte Wasser ist, ist in den Gläsern mit kaltem Wasser keine Reaktion oder eine ganz geringe zu sehen.
- In heißem Wasser ist keine Reaktion zu beobachten. Die Hefe stirbt (deaktiviert) ab einer Temperatur über 45° C und die enthaltenen Enzyme werden zerstört. Viele Lebewesen sterben in sehr heißem oder kochendem Wasser. Diese Tatsache nutzt man im Krankenhaus beim Sterilisieren von chirurgischen Werkzeugen oder Spritzen, aber auch beim Haltbarmachen von Lebensmitteln z. B. beim Einkochen von Marmelade oder Sterilisieren von Konserven (Obst, Gemüse, Fisch, usw.)

 Was passiert im Glas mit warmem Wasser, Hefe und Zucker, bzw. wenn Hefeteig „geht“?

Wenn der Teig „geht“, findet eine **alkoholische Gärung** statt. Dabei wird **Zucker in Alkohol und das Gas Kohlendioxid umgewandelt**, welches sich fein im Teig verteilt und dessen Volumen beträchtlich vergrößern kann. Den Alkohol könntet ihr beim Versuch riechen! Kohlendioxid kennt ihr auch, es ist das Gas, welches wir Menschen ausatmen. Hierzu ist eine Abbildung in der Wissens-Box.

 Was könnt ihr daraus schließen, was man beachten muss, wenn man Hefeteig macht?

- Das Wasser oder die Milch sollte warm sein, aber auf keinen Fall zu heiß.
- Man sollte auf jeden Fall etwas Zucker mit der Hefe zugeben (auch wenn der Teig salzig werden soll), sonst geht der Teig nicht gut auf. Später kann man ggf. einfach etwas mehr Salz zugeben.

 Was macht diesen Versuch zu einer Versuchsreihe?

- Alle Gläser sind vom Material, der Form und der Größe gleich.
- In jedem Glas befindet sich dieselbe Menge Hefe desselben Herstellers und desselben Verfallsdatums.
- In jedem Glas befindet sich dasselbe Lösungsmittel Wasser.
- Da wo Zucker zugegeben wurde, war es dieselbe Menge derselben Zuckerart. (Es gäbe ja alternativ noch Fruchtzucker, Milchzucker, Honig, künstliche Süßungsmittel wie Natreen, ...)
- Genau genommen beinhaltet dieser Versuch zwei Versuchsreihen. Man sagt, es ist ein zwei-parametriger Versuch):

1. Der Parameter Temperatur: Es gibt drei Gläser ohne Zucker, die sich nur durch die Temperatur des Wassers unterscheiden. Hier können wir feststellen, dass die Temperaturänderung alleine nicht die Hefe zum „Gehen“ bringt.
2. Der Parameter mit/ohne Zucker: Es gibt drei Gläser mit Zucker, die sich nur durch die Temperatur des Wassers unterscheiden.

Wir können feststellen, dass es zwei Bedingungen gibt, damit Hefe „geht“: Wärme und Zucker (Nahrung). Daher benötigen wir auch diese beiden Versuchsreihen. (Hier könnte man nun sowohl experimentell wie auch theoretisch immer weiter machen: Welche weiteren Versuchsreihen wären möglich? Eine Temperaturmessreihe, bei der in jedem Glas Zucker ist und genau ermittelt wird, welches die optimale Temperatur ist. Wenn diese ermittelt ist, könnte man bei dieser konstanten Temperatur die Zuckermenge in kleinen Schritten verändern und bestimmen, wie viel Zucker genau für den Versuch optimal ist. Verschiedene Zuckerarten wie Fruchtzucker, Rohrzucker, ... könnten untersucht werden. Verschiedene Lösungsmittel, und, und, und, ...) **Siehe das Arbeitsblatt „Zusatz-Versuchsreihen zum Thema Hefe“ im Lehrmaterial. Dieses Blatt muss ggf. vervielfältigt werden und das benötigte Verbrauchsmaterial, inkl. der weiteren Hefe, muss selbst besorgt werden. Die Lösungen sind nicht immer eindeutig, daher gibt es hierzu kein Lösungsblatt.**

 Warum sollte zum Umrühren bei jedem Glas ein anderer Löffel verwendet werden?

Sonst würde der Zucker, oder ganz genau gemessen auch die Temperatur, von einem Glas auf das andere übergehen und dadurch die Versuchsreihe verfälschen. (Hier könnte man auch darauf eingehen, dass Versuche unterschiedliche Genauigkeitsansprüche haben können. Die SchülerInnen kennen das aus der Mathematik: Wird der Schulweg in cm gemessen? Die Körperlänge in mm? Hier wollten wir nur bestimmen, welche Faktoren die Hefe zum „Gehen“ bringen. Wenn man präzisere Fragestellungen hat, so muss man z. B. auch darauf achten, dass genau dieselbe Wassermenge verwendet wurde oder gar destilliertes Wasser verwenden. Dieser Versuch kann auch quantitativ durchgeführt und ausgewertet werden.) **Auf Anfrage haben wir vom NachwuchsCampus extra ausgearbeitetes Versuchsmaterial für die Oberstufe oder sehr interessierte MittelstufenschülerInnen hierzu. Sie finden das Material auch im Bereich „Weitere Hefeexperimente“ im Bereich „Für Pädagogen“ auf der Kniffelix-Seite.**

4. Die Wissensbox erst nach dem Versuch verteilen, evtl. zur Erklärung des Versuches.

Für interessierte Jugendliche: Das „Räselthema Pizza“ auf unserer Mitmach-Website [www.kniffelix.de](http://www.kniffelix.de). Vielleicht wäre eine Ausbildung als BäckerIn, als Biologisch-Technische/r AssistentIn oder ein Bioverfahrenstechnik-Studium (Bio- und Chemieingenieurwesen) für sie interessant (siehe Wissensbox).

## Materialliste für den Grundversuch Hefe

(Wenn Sie die Zusatzversuche machen möchten, benötigen Sie mehr Hefe und das Material auf der Seite „Lehrerhinweise für die Zusatz-Versuchsreihen zum Thema Hefe“)

Das Material können Sie sich anhand dieser Materialliste selbst zusammensuchen, oder in der Metropolregion Hamburg für eine ganze Klasse bzw. für eine Versuchsdurchführung von sechs Gruppen bei [www.kinderforscher.de](http://www.kinderforscher.de) unter „Experimentierkistenverleih“ gegen Rechnung ausleihen. Sie erhalten dann die Kiste „Hefe/Enzyme“ und die Kiste „Thermoskannen“.



1x Lehreranleitung zur Experimentreihe „Hefe“

25x Versuchsarbeitsblätter: „Was bringt Hefe zum Aufgehen“

25x Wissensbox: „Hefe und Enzyme“

### Jede der sechs Gruppen: (4-5 Jugendliche):

- 4-5 Versuchsarbeitsblätter
- 6 klare Gläser
- 6 Schüsseln für Wasserbäder
- 6 Schilder zum Beschriften der Gläser, selbstklebend oder mit Tesaband
- 1 Esslöffel zum Abmessen von Zucker
- 6 Teelöffel zum Umrühren
- 6 Päckchen Trockenhefe (alle dieselbe Firma und dasselbe Ablaufdatum)
- 3 Esslöffel Zucker

### Für alle zentral bereitstellen: (sonst zu viele Thermoskannen)

- Tesaband
- Ca. 1,5 Liter heißes Wasser, über 70° C (in zwei Thermoskannen)
- Ca. 1,5 Liter gut handwarmes Wasser, ca. 30° C (in zwei Thermoskannen)
- Ca. 1,5 Liter möglichst kaltes Wasser, ca. 5° C (in zwei Thermoskannen)
- 6x laminiertes Lösungsblatt zum Grundversuch Hefe
- Schilder zur Thermoskannen-Beschriftung:  
2x „heißes Wasser“, 2x „warmes Wasser“, 2x „kaltes Wasser“
- Spüli und Küchenhandtuch zum Spülen am Ende

Roter Text = Muss noch besorgt werden, nicht im gelieferten Material!



## Grundversuch: Was bringt Hefe zum Aufgehen?

Hefeteig für Pizza oder Brot – mal gelingt er, mal nicht. Aber warum? Kochen und Backen wissenschaftlich anzugehen kann nicht nur zu besseren Koch- und Backergebnissen führen, sondern du kannst auch allein, mit der Klasse, mit Familie oder Freundinnen und Freunden dabei ganz viel Spaß haben! Wenn alle Materialien wie diese ausschließlich mit Lebensmitteln verwendet und gespült werden, können die Ergebnisse auch in der Küche zu Pizza oder Brot weiterverarbeitet werden. Kommen Behälter mit Chemikalien zusammen und werden diese in einer Labormaschine gewaschen, so ist dieses nicht mehr möglich, da Chemikalienreste die Lebensmittel kontaminieren könnten.

### Aufgabe 1: Überlege und tausche dich aus, was vermutest du, bringt Hefe zum Aufgehen?

---

---

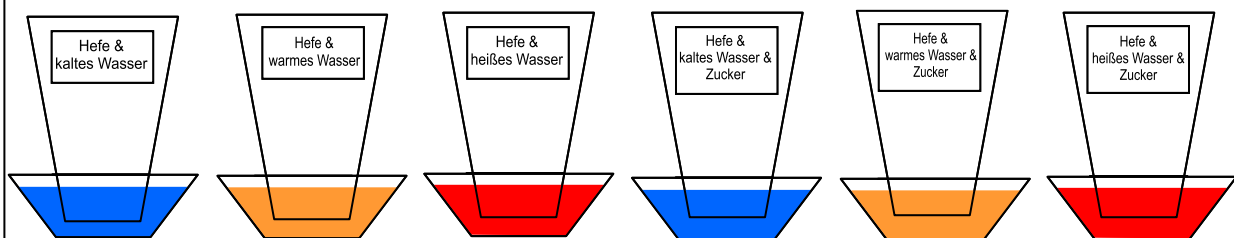
---

**Benötigtes Material:** 6 Gläser, 6 Schüsseln, 6 Teelöffel, 1 Esslöffel, 6 Post-Its, 6 Päckchen Hefe (desselben Herstellers mit demselben Verfallsdatum), 3 Esslöffel Zucker, jeweils ca. 100 ml sehr kaltes, warmes (ca. 30°C) und heißes/kochendes (>70°C) Wasser.

#### Versuchsaufbau:

1. Stelle in jede Schale ein Glas.
2. Klebe an jedes Glas einen Zettel mit seinem Inhalt:  

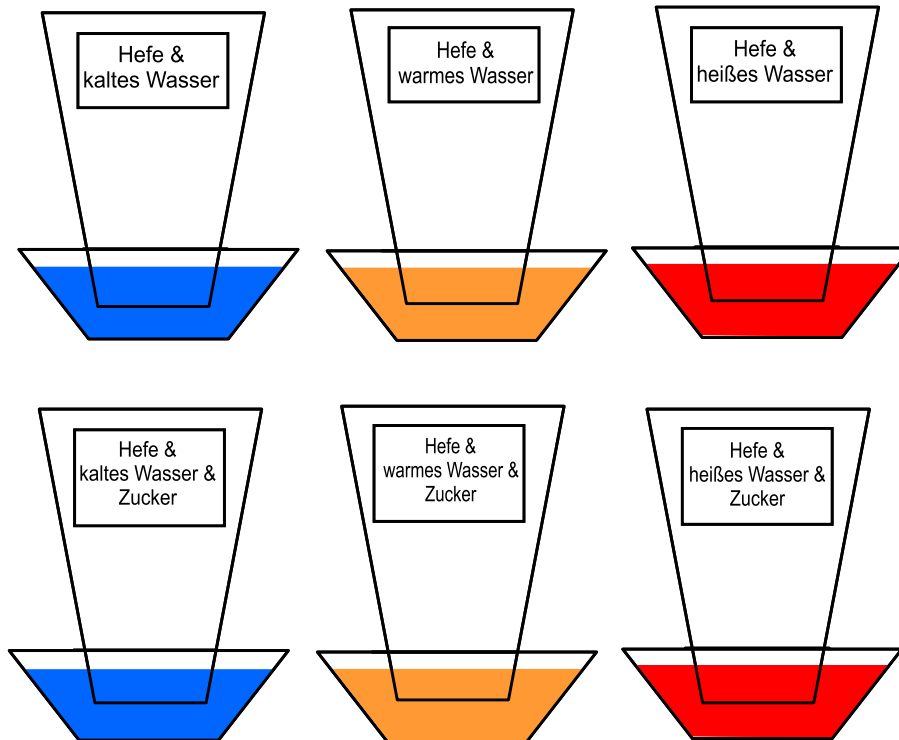
<b>Glas 1:</b> Hefe & kaltes Wasser	<b>Glas 4:</b> Hefe & kaltes Wasser & Zucker
<b>Glas 2:</b> Hefe & warmes Wasser	<b>Glas 5:</b> Hefe & warmes Wasser & Zucker
<b>Glas 3:</b> Hefe & heißes Wasser	<b>Glas 6:</b> Hefe & heißes Wasser & Zucker
3. Gib in jedes Glas 1 Päckchen Hefe.
4. Gib in die Gläser, auf denen „Zucker“ steht, einen Esslöffel Zucker.
5. Fülle die Gläser und die Schalen **zur Hälfte** mit Wasser der angegebenen Temperatur.
6. Rühre jedes Glas mit einem eigenen Löffel um und lass die Gläser dann ruhig stehen.
7. Beobachte den Versuch 5 Minuten lang. Schau genau hin. Was passiert in welchem Glas? Wie riecht welches Glas nach 5 Minuten? Wenn du die Zeit hast, lass den Versuch länger stehen, während du die Fragen auf der Rückseite bearbeitest.



## 2. Wie sieht der Versuch nach 5 Minuten aus? (Ergänze die Zeichnung)

### Welche Gläser riechen wonach?

(Warum ist es erlaubt, an diesem Versuch zu riechen? An welchen Experimenten sollte man im Allgemeinen nicht riechen?)



## 3. Beschreibe in Worten: Was benötigt Hefe zum Gehen? Was passiert bei dem Vorgang?

## 4. Was passiert jeweils, wenn das kalte Wasser nach und nach warm wird und das heiße Wasser abkühlt?

## 5. Von der Tiefkühltruhe bis zur gebackenen Pizza: Wo spielen die obigen Beobachtungen welche Rolle?



Interessiert dich das Thema? Schau dir mal das „Räselthema Pizza“ auf unserer Mitmach-Website [www.kniffelix.de](http://www.kniffelix.de) an. Oder vielleicht ist eine Ausbildung als Bäcker/in, als Biologisch Technische/r Assistent/in oder ein Bioverfahrenstechnik-Studium (Bio- und Chemieingenieurwesen) etwas für dich (siehe Wissensbox)!

## Grundversuch: Was bringt Hefe zum Aufgehen?

### LÖSUNG

Hefeteig für Pizza oder Brot – mal gelingt er, mal nicht. Aber warum? Kochen und Backen wissenschaftlich anzugehen kann nicht nur zu besseren Koch- und Backergebnissen führen, sondern du kannst auch allein, mit der Klasse, mit Familie oder Freundinnen und Freunden dabei ganz viel Spaß haben! Wenn alle Materialien wie diese ausschließlich mit Lebensmitteln verwendet und gespült werden, können die Ergebnisse auch in der Küche zu Pizza oder Brot weiterverarbeitet werden. Kommen Behälter mit Chemikalien zusammen und werden diese in einer Labormaschine gewaschen, so ist dieses nicht mehr möglich, da Chemikalienreste die Lebensmittel kontaminieren könnten.

**Aufgabe 1: Überlege und tausche dich aus, was vermutest du bringt Hefe zum Aufgehen?**

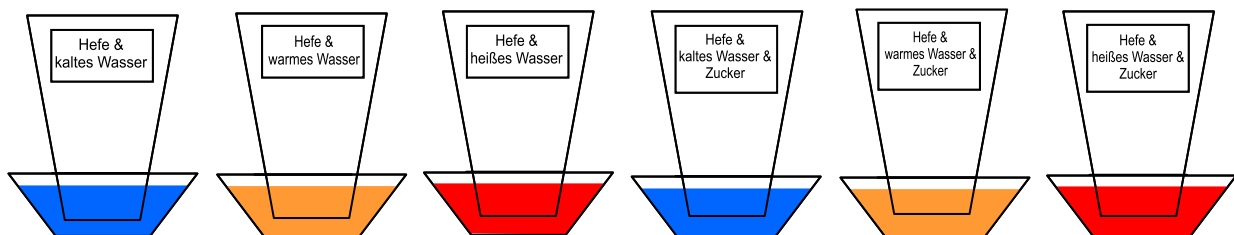
**Für die Erklärung siehe Rückseite & Wissensbox. Zusatzwissen: Hefe wird verwendet, um Brot, Brezeln, Kuchen oder andere Backwaren zum „Gehen“ zu bringen. (Backpulver und Natron sind ebenso „Backtriebmittel“, wirken und schmecken aber anders.) Hefe wird bei der Bierherstellung verwendet und ist z.B. sichtbar im trüben Hefeweizenbier.**

**Benötigtes Material:** 6 Gläser, 6 Schüsseln, 6 Teelöffel, 1 Esslöffel, 6 Post-Its, 6 Päckchen Hefe (desselben Herstellers mit demselben Verfallsdatum), 3 Esslöffel Zucker, jeweils ca. 100 ml sehr kaltes, warmes (ca. 30°C) und heißes/kochendes (>70°C) Wasser.

#### Versuchsaufbau:

1. Stelle in jede Schale ein Glas.
2. Klebe an jedes Glas einen Zettel mit seinem Inhalt:

<b>Glas 1:</b> Hefe & kaltes Wasser	<b>Glas 4:</b> Hefe & kaltes Wasser & Zucker
<b>Glas 2:</b> Hefe & warmes Wasser	<b>Glas 5:</b> Hefe & warmes Wasser & Zucker
<b>Glas 3:</b> Hefe & heißes Wasser	<b>Glas 6:</b> Hefe & heißes Wasser & Zucker
3. Gib in jedes Glas 1 Päckchen Hefe.
4. Gib in die Gläser, auf denen „Zucker“ steht, einen Esslöffel Zucker.
5. Fülle die Gläser und die Schalen **zur Hälfte** mit Wasser der angegebenen Temperatur.
6. Rühre jedes Glas mit einem eigenen Löffel um und lass die Gläser dann ruhig stehen.
7. Beobachte den Versuch 5 Minuten lang. Schau genau hin. Was passiert in welchem Glas? Wie riecht welches Glas nach 5 Minuten? Wenn du die Zeit hast, lass den Versuch länger stehen, während du die Fragen auf der Rückseite bearbeitest.

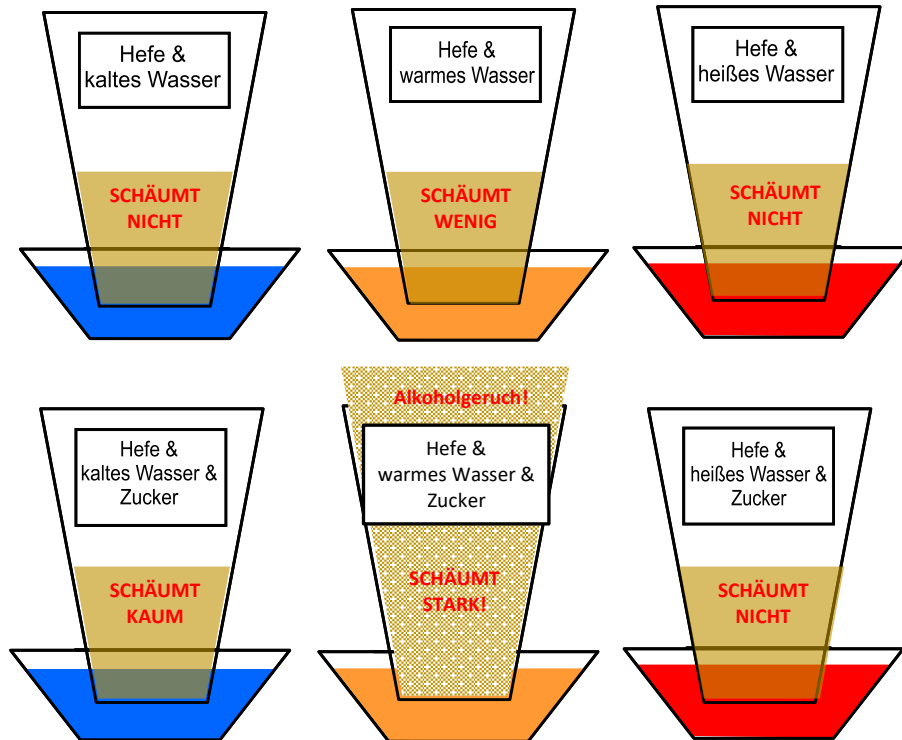


## 2. Wie sieht der Versuch nach 5 Minuten aus? (Ergänze die Zeichnung)

### Welche Gläser riechen wonach?

(Warum ist es erlaubt, an diesem Versuch zu riechen? An welchen Experimenten sollte man im Allgemeinen nicht riechen?)

**Es handelt sich um Lebensmittel. (NICHT an chemischen Versuchen direkt riechen!)**



## 3. Beschreibe in Worten: Was benötigt Hefe zum Gehen? Was passiert bei dem Vorgang?

**Hefe benötigt Zucker und Wärme zum Gehen.**

**Der Zucker wird durch die Enzyme in der Hefe in Alkohol und das Gas Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) gespalten. Das gebildete Gas CO<sub>2</sub> bringt das Gemisch zum Aufschäumen.**

## 4. Was passiert jeweils, wenn das kalte Wasser nach und nach warm wird und das heiße Wasser abkühlt?

**Wenn das kalte Wasser mit dem Zucker sich erwärmt, beginnen die Enzyme in der Hefe den Zucker in Alkohol und das Gas Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) umzusetzen und das Gemisch beginnt zu schäumen und aufzugehen.**

**Wenn das heiße Wasser abkühlt, passiert gar nichts. Die Hefe wird durch kochendes Wasser unumkehrbar abgetötet und ist zerstört.**

## 5. Von der Tiefkühltruhe bis zur gebackenen Pizza: Wo spielen die obigen Beobachtungen welche Rolle?

**Hefeteig kann eingefroren oder gekühlt werden. Dann hört die Hefe auf zu arbeiten bzw. arbeitet nur sehr langsam. Wird der Teig erwärmt, beginnt die Hefe mit zunehmender Wärme wieder zu arbeiten. Wird die Hefe immer weiter erhitzt, so wird sie komplett zerstört. Sie kann durch nichts reaktiviert werden. Gebackene Teigwaren gehen daher nach dem Backvorgang nicht weiter auf. Sie behalten ihre Größe und Form. (Durch das Erwärmen von Teigwaren schmecken diese oft wieder schön frisch, das hat eine andere Erklärung.)**

## Wissensbox: Hefe und Enzyme

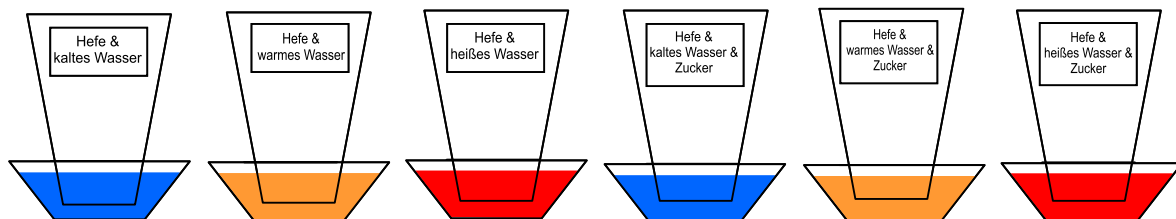
Fast täglich essen wir Backwaren. Wie werden sie eigentlich hergestellt? Und wie kam es dazu? Nehmen wir z.B. Brot: Ursprünglich wurde ein Brei aus gemahlenem Getreide mit Wasser auf heißen Steinen gebacken. Es entstanden nur flache Brote: Fladenbrote. Zwei Erfindungen haben das Brotbacken entscheidend verändert:



1. Der Bau von Backöfen, in dem der Teig von allen Seiten erhitzt und gleichmäßig gebacken wird. (Eine physikalisch-technische Erfindung)
2. Die Entdeckung von Backtriebmitteln wie Hefe: Wird einem Getreide-Wasser-Brei Hefe hinzugefügt, so entsteht ein bedeutend lockereres, geschmacksintensiveres Brot als Fladenbrot. (Eine biologische/chemische Entdeckung)

Was bringt Hefe im Teig zum „Gehen“? Wenn ein Forscher vor einer bestimmten Fragestellung steht, versucht er meist, das Problem mit Hilfe einer experimentellen Versuchsreihe zu lösen. Er führt dabei mehrere Versuche unter den gleichen Rahmenbedingungen durch. Er verändert jeweils nur eine Bedingung pro Versuch und beobachtet und protokolliert dann die unterschiedlichen Ergebnisse – genau so, wie du es in deinen Heferversuchen gemacht hast!

Bei der von dir durchgeführten Versuchsreihe zum Thema Hefe befand sich in sechs gleich großen Gläsern immer die gleiche Menge Trockenhefe.



Drei Gläsern wurde jeweils Wasser zugegeben, das sich nur von der Temperatur her unterschied. In keinem der drei Gläser fand eine nennenswerte Reaktion statt. Drei weiteren Gläsern mit demselben Versuchsaufbau wurde nun jeweils ein Teelöffel Zucker zugegeben, also nur eine Bedingung verändert. In dem Glas mit Hefe, warmem Wasser und Zucker konntest du die stärkste Reaktion beobachten. Durch den direkten Vergleich mit dem ersten Versuchsaufbau konntest du nun zu der Schlussfolgerung kommen, dass zum einen der Zucker und zum anderen das warme Wasser für diese stärkere Reaktion verantwortlich sein muss, denn in den Gläsern mit Hefe, Zucker und kaltem oder heißem Wasser waren im selben Zeitraum kaum oder keine Reaktionen zu beobachten.

### Was macht denn eigentlich die Hefe im Teig?

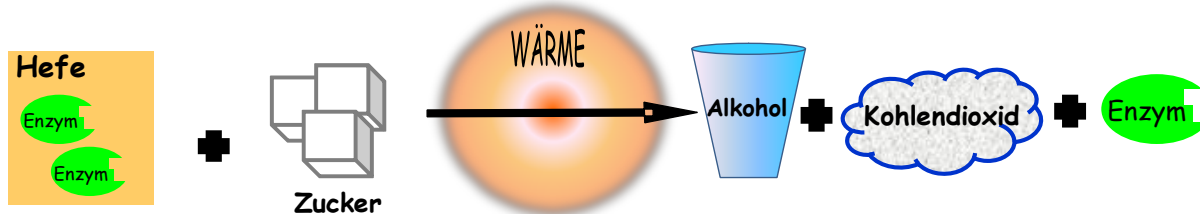


Wenn du schon einmal einen Hefeteig gemacht hast, hast du sicherlich beobachtet, dass der Teig ganz groß wird, wenn man ihn für eine Weile ruhen lässt. Doch du musst vorsichtig sein: Wie du im Versuch festgestellt hast, entfaltet Hefe nur unter ganz bestimmten Bedingungen ihre „magischen“ Kräfte. Verantwortlich dafür sind die Enzyme in der Hefe.



Kälte, Fett oder Salz mögen diese Enzyme gar nicht, aber wenn es mollig warm ist und sie mit Zucker „gefüttert“ werden, können sie am besten arbeiten und der Teig bläht sich deutlich auf. Beim Backen sagt man dazu auch: Der Teig „geht“.

Die Enzyme in der Hefe zerlegen den Zucker in Alkohol und Kohlendioxid. Kohlendioxid ist das Gas, das wir ausatmen. Das plustert beim Backen den Teig von Kuchen, Brot und Brötchen auf und macht das Gebäck schön locker, da sich das Gas fein im Teig verteilt. Der Alkohol verdampft beim Backen.



### Was passiert, wenn ein anderes Lösungsmittel oder ein anderer Zucker verwendet wird?

Im Grundversuch wurde der Hefe in allen Gläsern Wasser dazugegeben. Manche Rezepte verlangen jedoch Milch, Sahne oder den Zusatz von Öl oder Butter. Wie verhält sich dann die Hefe? Wiederhole den Versuch bei in allen Gläsern gleicher Hefemenge, Temperatur und Zuckerzugabe, aber variiere in jedem Glas die Flüssigkeit: z.B. Vollmilch, fettarme Milch, Sahne, Öl, Butter oder Wasser. Fülle dabei jedes Glas bis zur identischen Füllhöhe und miss die Schaumhöhe im Versuchsverlauf mit einem Lineal. Ist sie immer gleich?

Wiederhole den Grundversuch bei in allen Gläsern gleicher Hefemenge, Temperatur und Wassermenge, aber variiere in jedem Glas die Art des Zuckers: z.B. Haushaltszucker, Fruchtzucker, Milchzucker, Honig, Süßstoff, ... Fülle dabei jedes Glas bis zur identischen Füllhöhe und miss die Schaumhöhe im Versuchsverlauf mit einem Lineal. Ist die Schaumhöhe immer gleich?

Ebenso kann in weiteren Versuchsreihen ermittelt werden, bei welcher Temperatur der Grundversuch am besten auf geht bzw. was die optimale Hefemenge beim Grundversuch ist.

Ideen, Erklärungen und Beispiele dafür, was andere Jugendliche erprobt haben, findest du auf unserer Mitmach-Experimentierwebsite [www.kniffelix.de](http://www.kniffelix.de) beim „Rätselthema Pizza“. Je mehr „Missionen“ du erprobt, umso anspruchsvoller werden die Experimente und Erklärungen. Bei der Information „Für Pädagogen“ werden genau diese weiterführenden Heferversuchsreihen beschrieben und erklärt. Macht dir dieses Thema Spaß? Vielleicht wäre auch ein Studium der „Bioverfahrenstechnik“ bzw. des Chemie- und Bioingenieurwesens etwas für dich? (Siehe die letzte Seite dieser Wissensbox und die „Berufsorientierung“ bei [www.kniffelix.de](http://www.kniffelix.de).)

### Was sind eigentlich Enzyme?

Enzyme sind so etwas wie Spezialwerkzeuge, die in den Zellen aller Lebewesen dazu dienen, Stoffe auf- und abzubauen. Die kleinen Helfer aus der Natur kommen in den winzigsten Bakterien, in Pflanzen, in Tieren und im Menschen vor. Jedes Enzym kann einen Stoff nur in einer bestimmten Weise verändern, z.B. an einer bestimmten Stelle aufspalten. Auch kann es meistens nur einen bestimmten Stoff verändern. Deshalb ist es so aufgebaut, dass der Stoff zu dem Enzym passt wie der Schlüssel zum Schloss. Da ein Enzym am Ende seiner „Arbeit“ wieder unverändert ist, wird es nicht verbraucht und kann ganz lange eingesetzt werden. Einen solchen Stoff nennt man **Katalysator**. Damit du dir besser vorstellen kannst, was Enzyme genau machen, findest du auf der nächsten Seite einige Beispiele.





## Weiteres interessantes Alltagswissen zu Enzymen:

### Was machen Enzyme in Waschmitteln?



Grasflecken auf der Jeans, Schokoladeneis auf deinem Lieblingsshirt – das ist eindeutig ein Fall für die Waschmaschine. Aber wie wird die Wäsche dort wieder sauber? In der Waschmaschine helfen Enzyme, Flecken aus der Kleidung zu bekommen, wenn der Schmutz nicht einfach mit Wasser zu entfernen ist. Jedes Waschmittel enthält nämlich Enzyme: Diese lösen Schmutz wie Ei, Fett, Milch, Soßen oder Blut auf. In einem chemischen Prozess spalten sie den Schmutz. Mit Enzymen kann man energiesparend waschen, denn Schmutz wird mit ihrer Hilfe schon bei niedrigen Temperaturen entfernt.

### Wie helfen Enzyme bei der Obstverarbeitung?

Sicher weißt du, dass man aus Äpfeln Apfelsaft machen kann, indem man sie auspresst. Das geht aber nur mit viel Kraftaufwand, und leider bleibt beim



herkömmlichen Pressen auch eine Menge fester Apfelbestandteile aus der Schale und dem Fruchtfleisch zurück. Damit man aber so viel Saft wie möglich aus den Äpfeln bekommt, fügt man den Äpfeln



Enzyme hinzu. Die Enzyme lösen die Äpfel teilweise auf, danach lässt sich der Apfel viel einfacher pressen und zurück bleibt fast nur der Saft.

Praktisch sind die Fähigkeiten von Enzymen auch bei der Zubereitung von Dosenmandarinen. Wenn du von Mandarinen die Schale abpellst, haftet noch eine weiße Haut am Fruchtfleisch, die du nur sehr schwer entfernen kannst. Bestimmte Enzyme können das aber! Die Enzyme „verdauen“ nämlich quasi diese weiße Haut. Danach sehen die Mandarinen glatt und sauber aus und können so in der Dose konserviert werden. Ganz schön erstaunlich, was so ein Enzym alles kann, oder?



An der Technischen Universität Hamburg (TUHH) suchen Forscher und Forscherinnen am **Institut für Technische Biokatalyse** nach neuen Möglichkeiten, um Enzyme einzusetzen. Sie arbeiten z.B. an Verfahren zur Herstellung von Hautcremezusätzen. Hierfür haben die Forscher und Forscherinnen einen sogenannten Blasensäulenreaktor entwickelt, der den Einsatz von bisher notwendigen möglicherweise schädlichen Lösungsmitteln, z.B. bei der Herstellung von Kosmetika, überflüssig macht. Der Reaktor mischt mithilfe von Stickstoff oder Luft zähflüssige Verbindungen in Kosmetika auf, ohne dass dabei beteiligte Enzyme wie bei herkömmlichen Rührverfahren zerstört werden. Weitere Forschungsthemen sind Bioplastik aus Algen herstellen oder neue Tierfutter, damit unser Grundwasser bei Düngung mit Gülle nicht belastet wird.



Auf unserem Instagram-Account [@mint\\_nachwuchscampus](https://www.instagram.com/mint_nachwuchscampus) bzw. auf unserer Homepage [www.nachwuchscampus.de](http://www.nachwuchscampus.de) unter „Berufsorientierung“ befinden sich einige Videointerviews mit Studentinnen und Studenten, in denen sie dir persönlich erzählen, woran sie aktuell arbeiten!

## Was ist Bioverfahrenstechnik?

Die Bioverfahrenstechnik ist ein Bereich der Verfahrenstechnik, der sich speziell mit (industriellen) Herstellungsprozessen beschäftigt, in denen Zellen, Zellbestandteile oder andere biologische Materialien zum Einsatz kommen. Mikrobiologische und biochemische Stoffumwandlungen werden von Bioverfahrenstechniker\*innen vom Labormaßstab in die Industrie gebracht, das sogenannte „Upscaling“. Die Bioverfahrenstechnik stellt also eine Art Brücke zwischen der (mikro-) biologischen Forschung und der produzierenden Industrie dar. Sie kombiniert das erforderliche Wissen über die Eigenschaften und Verhaltensweisen von Stoffströmen mit Kenntnissen über chemische Reaktionen und Bioreaktoren.



## Wie sieht die Zukunft der Hamburger Bioverfahrenstechnik aus?

Durch die Zusammenarbeit der Biotechnologie und Prozesstechnik ermöglicht die Hamburger Verfahrenstechnik neue ökonomische und ökologische Produktionsverfahren in den Bereichen neue Materialien, Gesundheit, Energie und Ernährung. Hierdurch wird die Herstellung bekannter Produkte wie Medikamente, Pflegeprodukte, Chemikalien, Energie und Lebensmittel umweltschonender. Zugleich werden neue Ausgangsstoffe wie z.B. Syngas erforscht, Einsatzmöglichkeiten von digitalen online Messmethoden während der Produktion oder die Einsatzmöglichkeiten von 3D-Druck in Prozessen erprobt. So entstehen innovative Materialien wie z.B. Biokunststoffe aus Bio-Abfallprodukten.

## Wo treffe ich Bioverfahrenstechnik in meinem Alltag?

Ganz viele bekannte Produkte im Alltag enthalten Bioverfahrenstechnik: Hautcremes enthalten Zutaten, die mittels Enzymen gewonnen werden; Waschmittel enthalten Enzyme für den Schmutzabbau; Wirkstoffe in Medikamenten wie Penicillin heilen Krankheiten; Lebensmittelhersteller benötigen Hefe für Brot oder Pizza; Fermentationsprodukte wie Sauerkraut, Sojasauce, Bier, Wein oder schwarzer Tee bereichern unser Essen. Auch Käse, Quark, Joghurt und Sauerrahm werden mit bioverfahrenstechnischen Prozessen aus Milch gewonnen. Sowohl die Abwasserreinigung als auch die Gewinnung von Biogas und Biokraftstoffen erfolgen mittels Biotechnologie, ebenso die Herstellung kompostierbarer Biokunststoffe. Wenn du mehr über Bioverfahrenstechnik in Alltagsprodukten wissen möchtest, dann schau doch bei den folgenden Links vorbei:

- 🔍 Handcreme: <https://biotechall.hoou.tuhh.de>
- 🔍 Hefe und Pizza: [www.kniffelix.de](http://www.kniffelix.de)
- 🔍 Enzyme in Waschmittel: <https://mikie.hoou.tuhh.de>

## Was werde ich im Studium lernen?

Im Bachelorstudiengang lernst du neben den naturwissenschaftlichen und technischen Grundlagen viel über die verschiedenen Methoden und Anlagen, die in der Bioverfahrenstechnik verwendet werden, um Herstellungsprozesse und chemische Reaktionen zu verstehen und zu berechnen. Ein besonderer Schwerpunkt und Unterschied zur reinen Verfahrenstechnik ist die Verwendung von Zellen oder Enzymen zur Herstellung der Produkte oder als Produkt selbst. Das Studium beinhaltet viele Laborpraktika, bei denen du in einer kleinen Gruppe die Inhalte des Studiums praktisch anwenden kannst. Das Masterstudium bietet dir im Wahlpflichtbereich die Möglichkeit dich nach deinen Interessen zu spezialisieren.

## Was sollte ich mitbringen?

Ein großer Schwerpunkt im Studium liegt auf den naturwissenschaftlichen Grundlagen der Verfahrenstechnik (Chemie, Physik) und der Biologie. Außerdem viel Mathematik, die die Grundlage für das weitere Studium darstellt. Du solltest also ein Interesse an Naturwissenschaften und Technik haben.

Im Studium muss man sich oft selber motivieren etwas zu lernen. Es gibt kaum Anwesenheitspflicht und die Prüfung ist erst ganz am Ende des Semesters. Wer offen ist und sich am Campusleben (z.B. in AGs) beteiligt, findet schnell Lerngruppen und lernt Studierende aus höheren Semestern kennen.



## Wo kann ich mich informieren?

### Angebote für Schüler\*innen:

[www.tuhh.de/schule](http://www.tuhh.de/schule) &  
[www.nachwuchscampus.de](http://www.nachwuchscampus.de) → **Berufsorientierung**

### Studienorientierung:

- **Alle TUHH-Studiengänge:**  
[www.stuhhdium.de](http://www.stuhhdium.de)
- **Chemie- und Bioingenieurwesen** (Verfahrenstechnik)  
[www.chemie-bioingenieurwesen.de](http://www.chemie-bioingenieurwesen.de)
- **Die Fachschaft (Infos von Studierenden):**  
[www.tuhh.de/fsrv](http://www.tuhh.de/fsrv)
- **Instagram:**  
[@tuhh](#), [@chemie\\_und\\_bioingenieurwesen](#) und [@mint\\_nachwuchscampus](#)

## Lehrerhinweise für die Zusatz-Versuchsreihen zum Thema Hefe

In den Lehrerunterlagen befindet sich ein vielfältiges optionales Versuchsblatt mit weiteren Ideen für Versuchsreihen mit Hefe. Die Versuche sind nicht ausgearbeitet, sondern die Jugendlichen sollen ihre Erfahrungen, die sie bei der Umsetzung des Grundversuchs gemacht haben, auf weitere Versuchsreihen transferieren. Idealerweise wählt jede Gruppe ein anderes Thema.

Wenn Sie die Experimentierkiste zum Grundversuch bei uns ausgeliehen haben, benötigen Sie nur noch die in rot markierten Zusatzmaterialien. Ansonsten hier noch ein paar Gesichtspunkte zur Materialzusammenstellung: Die Reaktionsgefäße sollten innerhalb einer Versuchsreihe identisch sein. In der Kiste „Hefe/Enzyme“ sind 36 „Kölsch-Gläser“. Um die Reaktionen zu quantifizieren, können die Schaumhöhen mit einem Lineal gemessen werden oder an jedes Glas ein Lineal mit Tesaband geklebt werden. Je schmaler das Reaktionsgefäß, umso besser gelingt dies. Alternativ können Reagenzgläser mit kleineren Mengen oder Messzylinder verwendet werden, wenn genügend vorhanden sind. Bei diesen kleineren Versuchsgefäßen müssen die Versuche in Wasserbädern temperiert werden, da eine große Gefäßoberfläche relativ zu einem kleinen Versuchsvolumen zu großen Ergebnisverzerrungen führt.

### Materialliste für die Zusatz-Versuchsreihen zum Thema Hefe

**ROTER TEXT = NICHT IN KISTE MIT DEM GRUNDVERSUCH, muss vom Lehrer besorgt werden**

**SCHWARZER TEXT = Material in der Kiste „Hefe/Enzyme“ oder in der Kiste „Thermoskannen“**

#### Versuch 1: Bei welcher Temperatur reagiert die Hefe am besten?

- Versuchsmaterial vom Heferversuch
- Hefe (6-12 Päckchen)
- 6 Thermometer
- Lineal

#### Versuch 2: Wie viel Zucker ist notwendig für eine optimale Reaktion?

- Versuchsmaterial vom Heferversuch
- Hefe (6-12 Päckchen)
- Lineal
- Waage für die Zuckermengen
- zusätzlicher Zucker

#### Versuch 3: Welches Lösungsmittel ist am besten geeignet für eine Reaktion?

- Versuchsmaterial vom Heferversuch
- Hefe (6-12 Päckchen)
- Lineal
- fettarme Milch, Vollmilch, Sahne, flüssige Butter und Speiseöl (max. 500 ml je Flüssigkeit), weiter könnte der Unterschied H-Milch/Frischmilch untersucht werden (Wichtig ist, dass alle diese „Lösungsmittel“ dieselbe warme Temperatur haben)

#### Versuch 4: Welche Menge Hefe soll bei dem Versuch verwendet werden?

- Versuchsmaterial vom Hefeversuch
- Hefe (6-12 Päckchen)
- Lineal
- Waage für die Hefemengen

#### Versuch 5: Welche Zuckerart ist am besten geeignet für die Reaktion?

- Versuchsmaterial vom Hefeversuch
- Hefe (6-12 Päckchen)
- Lineal
- evtl. Waage, sonst 1 Teelöffel je Art
  - Traubenzucker (Glucose = Einfachzucker),
  - weißer Zucker (Saccharose = Zweifachzucker aus Glucose und Fructose),
  - Milchzucker (Lactose = anderer Zweifachzucker),
  - Streusüße (Zuckeraustauschstoff/Süßstoff Sorbit und Saccharin)
  - flüssiger Süßstoff (Süßstoff/Fructose Gemisch, siehe Inhaltsangabe)

#### Versuch 6: Welche Hefe-Art ist am besten geeignet: Frischhefe oder Trockenhefe?

- Versuchsmaterial vom Hefeversuch
- Hefe (6-12 Päckchen)
- Frischhefe (3-6 Würfel)
- Lineal

Ideen, Erklärungen und Beispiele dafür, was andere Jugendliche erprobt haben, finden Sie und/oder die Jugendlichen auf unserer Mitmach-Experimentierwebsite [www.kniffelix.de](http://www.kniffelix.de) beim „Rätselthema Pizza“. Die „Missionen“ erzählen eine „Story“ und werden nach und nach in ihren Erklärungen anspruchsvoller.

Für OberstufenschülerInnen:

Bei der Information „Für Pädagogen“ werden genau diese weiterführenden Hefeversuchsreihen beschrieben und auf Oberstufenniveau erklärt.

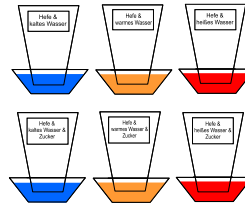
Macht Ihren SchülerInnen dieses Thema Spaß? Vielleicht wäre auch ein Studium der Bioverfahrenstechnik bzw. des Chemie- und Bioingenieurwesens etwas für sie? (Informationen finden Sie auf der letzten Seite der Wissensbox, in der „Studien- und Berufsorientierung“ bei [www.kniffelix.de](http://www.kniffelix.de), auf unserer Homepage [www.nachwuchscampus.de](http://www.nachwuchscampus.de) bei der „Berufsorientierung“ sowie auf unserem Instagram-Account für 14-25jährige @mint\_nachwuchscampus).

## Zusatz-Versuchsreihen zum Thema Hefe

**DAS MATERIAL IST NICHT IN DER EXPERIMENTIERKISTE ENTHALTEN & ES GIBT KEINE LÖSUNG**

Wenn Forscher etwas Neues untersuchen, stellen sie Versuchsreihen auf. Bei jeder Versuchsreihe darf sich nur ein Parameter ändern. Beim Versuch „Was bringt die Hefe im Teig zum Gehen?“ gibt es zwei Parameter:

1. Temperatur: kalt, warm und heiß
2. Zusammensetzung: mit oder ohne Zucker



Weitere Versuchsreihen sind möglich, bei denen entweder die Parameter vom Grundversuch genauer untersucht werden oder weitere Parameter. Unterschiedliche Teams sollen jeweils eine der folgenden Versuchsreihen durchführen und die Ergebnisse schriftlich, wie auch ggf. in einem geeigneten Diagramm, darstellen:

1. **Bei welcher Temperatur reagiert die Hefe am besten?**  
Bei fester Wasser-, Hefe- und Zuckermenge wird nur die Wassertemperatur verändert, z.B. zwischen 5°C und 75°C in 10°C-Schritten. In einer zweiten Versuchsreihe kann der Temperaturbereich verkleinert und z.B. in 5°C-Schritten gemessen werden.
2. **Wie viel Zucker ist notwendig für eine optimale Reaktion?**  
Bei fester Wassermenge, Wassertemperatur (ca. 30°C) und Hefemenge wird nur die Zuckermenge variiert.
3. **Welches Lösungsmittel ist am besten geeignet für eine Reaktion?**  
Bei fester Wasser-, Hefe- und Zuckermenge sowie Flüssigkeitstemperatur wird das Lösungsmittel (bisher immer Wasser) variiert. Neben Wasser können fettarme Milch, Vollmilch, H-Milch, Sahne, flüssige Butter und Speiseöl verglichen werden. Wichtig ist, dass alle diese Lösungsmittel dieselbe warme Temperatur haben (ca. 30°C).
4. **Welche Menge Hefe soll bei dem Versuch verwendet werden?**  
Bei fester Wassermenge, Wassertemperatur (etwa 30°C) und Zuckermenge wird nur die Hefemenge variiert.
5. **Welche Zuckerart ist am besten geeignet für die Reaktion?**  
Bei fester Wasser-, Hefe- und Zuckermenge sowie Wassertemperatur (ca. 30°C) wird die Zuckerart verändert: **Traubenzucker** (Glucose = Einfachzucker), **weißer Zucker** (Saccharose = Zweifachzucker aus Glucose und Fructose), **Milchzucker** (Lactose = anderer Zweifachzucker), **Streusüße** (Zuckeraustauschstoff/Süßstoff Sorbit und Saccharin) und **flüssiger Süßstoff** (Süßstoff/Fructose Gemisch, siehe Inhaltsangabe)
6. **Welche Hefe-Art ist am besten geeignet: Frischhefe oder Trockenhefe?**  
Bei fester Wasser-, Hefe- und Zuckermenge, sowie bei drei warmen Wassertemperaturen (ca. 25°C, 30°C und 35-40°C) wird die Hefe-Art verändert. Hierbei entspricht ein halber Würfel Frischhefe etwa einem Päckchen Trockenhefe.

Die Reaktionsgefäße sollten innerhalb einer Versuchsreihe identisch sein. Die Schaumhöhe kann mit einem Lineal gemessen werden, um die Reaktion zu quantifizieren. Je schmaler das Reaktionsgefäß, umso besser gelingt dies. Alternativ können Messzylinder verwendet werden, wenn genügend vorhanden sind. Bei der Verwendung von Reagenzgläsern als Gefäße müssen diese jeweils im Wasserbad temperiert werden.



## Grundrezept für Hefeteig



### Du brauchst folgende Zutaten:

2x 150ml Wasser

2x 300g Mehl

10g Frischhefe **ODER**

1 TL Zucker

1 Päckchen Trockenhefe



### So bereitest du den Hefeteig vor:

1. Gib warmes Wasser, Hefe (in Bröseln) und Zucker in einen Behälter. Rühre, bis die Hefe sich aufgelöst hat.
2. Gib nun die Hälfte des Mehls unter Rühren hinzu. Decke den Teig ab und lasse ihn an einem warmen Ort für 30 Minuten ruhen.
3. Knete nun das restliche Mehl dazu. Dann wird der ganze Teig mit den Händen noch etwa 5 Minuten weiter gut geknetet.
4. Decke den Teig wieder ab und lasse ihn nochmal für 30 Minuten an einem warmen Ort stehen.



**Rühre den Teig noch einmal ohne Hefe an. Welchen Unterschied kannst du zwischen einem Teig mit Hefe und einem ohne Hefe feststellen?**



## Pizza-Rezept



### Du brauchst für den Teig folgende Zutaten:

300ml Wasser 600g Mehl 20g Hefe 1 Prise Salz 2 Esslöffel Öl



### Für den Belag brauchst du noch:

1 Dose Tomatensauce Reibekäse andere Zutaten nach Wahl



### Zuerst folgen wir wieder dem Grundrezept für Hefeteig:

1. Gib lauwarmes Wasser in einen Behälter und krümele die Hefe hinein. Rühre, bis sich die Hefe aufgelöst hat.
2. Gib den Großteil des Mehls zur Flüssigkeit hinzu. Beginne die Zutaten zu vermischen. Gib nach und nach das restliche Mehl dazu. **Tipp: Gib noch einen TL Zucker zum Teig, dann geht er schneller.**
3. Knete den Teig mit den Händen etwa 5 Minuten gut durch. Die Wärme deiner Hände tut der Hefe gut und hilft ihr ebenso beim Gehen.
4. Decke den Teig ab und lasse ihn für 30 Minuten an einem warmen Ort stehen. **Tipp: Im Winter kannst du den Teig neben eine Heizung stellen. Achte darauf, dass der Teig nicht nahe einer Tür steht. Hier kann es ziehen.**



## So geht es weiter:

1. Wenn der Teig gegangen ist, gib das Salz und das Öl hinzu und rühre sie gut unter.
2. Knete den Teig anschließend 5 Minuten gut durch, bis er weich und geschmeidig ist. **Tipp: Bleibt der Teig zu fest, gib etwas lauwarmes Wasser hinzu. Wird er zu weich und klebrig, knete etwas Mehl ein.**
3. Decke den Teig erneut ab und lasse ihn nochmal für 30 Minuten gehen.
4. Knete den Teig noch einmal durch, bevor du ihn ausrollst.



## Nun kannst du die Pizza belegen:

1. Rolle den Teig mit einem Nudelholz aus. Lege Backpapier auf ein Ofenblech und lege den Teig darauf.
2. Bestreiche den Teig zunächst mit Tomatensoße. Nun kannst du die Pizza mit weiteren Zutaten deiner Wahl belegen. Zum Schluss streust du den Käse über die Pizza.
3. Nun muss die Pizza nur noch in den Ofen. Heize diesen zunächst auf 200 Grad (Umluft: 180 Grad) vor. Lasse dann die Pizza etwa 20 Minuten lang backen.



**Fertig! Lass es dir schmecken!**