

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Die Temperaturabhängigkeit enzymatischer Reaktionen*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



## Die Temperaturabhängigkeit enzymatischer Reaktionen – ein problemorientierter Beitrag mit Experimenten

Theresa Pfeiffer, Celle

Warum wird eigentlich Butter bei Raumtemperatur schneller ranzig als im Kühlschrank? Um diese Frage zu beantworten, stellen Ihre Schüler Hypothesen auf. Sie erkunden dann im Partnerpuzzle anhand eines Versuchs die Temperaturabhängigkeit von Enzymen. Indem sie das Experiment planen sowie die gewonnenen Daten auswerten und interpretieren, lernen sie naturwissenschaftlich zu arbeiten. Tippkarten und Diagramme helfen ihnen dabei. Dabei werden Ihre Lernenden mit wichtigen Begriffen wie „RGT-Regel“, „Denaturierung“ und „Optimumskurve“ vertraut.



© Thinkstock / iStockphoto

Warum muss Butter in den Kühlschrank?

### Der Beitrag im Überblick

**Niveau:** Klasse 10

**Dauer:** 6–7 Unterrichtsstunden

**Der Beitrag enthält Materialien für:**

- ✓ Partnerpuzzle
- ✓ Tippkarten
- ✓ Lernerfolgskontrolle

**Kompetenzen:**

- Hypothesen aufstellen und sie an Experimenten überprüfen können
- In der Lage sein, Experimente zu planen und aus Versuchsergebnissen neue weiterführende Fragestellungen zu entwickeln
- Versuchsdaten grafisch veranschaulichen und interpretieren können
- Im Partnerpuzzle neu erworbenes Wissen anwenden und dabei kommunikative Kompetenzen schulen
- Soziale Kompetenz einüben

*Didaktisch-methodische Orientierung***Was sind die Ziele dieser Einheit?**

Die vorliegende Einheit hat die **Temperaturabhängigkeit enzymatischer Reaktionen** zum Gegenstand.

Die Erarbeitung erfolgt kontextorientiert an einem **Alltagsphänomen**, dem Ranzigwerden von Butter. Dadurch wird ein **Bezug zur Lebenswelt der Schüler** hergestellt. Die Lernenden setzen sich mit der Ursache für das Ranzigwerden, der Lipolyse, experimentell auseinander.

Zu Beginn der Unterrichtseinheit steht folgende **Problemfrage** im Mittelpunkt:

**Welche Ursache liegt dem Phänomen zugrunde, dass Butter bei Raumtemperatur schneller ranzig wird als im Kühlschrank?**

Die Schüler stellen **Hypothesen** auf und **planen ein Experiment**, um diese zu überprüfen. Die Fachinhalte werden also nach der Methode des **forschend-entwickelnden Unterrichts** erarbeitet. Das Konzept ist grundsätzlich handlungsorientiert ausgelegt.

Die Lernenden sind aktiv an der **Problemlösung** und damit am **Prozess der Erkenntnisgewinnung** beteiligt. Auf diese Weise bleiben die Lerninhalte besser im Gedächtnis.

Die **Lipolyse** eignet sich besonders für den Unterricht, da alle Versuche mit den an der Schule verfügbaren Mitteln durchgeführt werden können. Zudem lässt sich der Fettabbau anschaulich durch den **Farbumschlag** eines **Indikators** nachweisen. Dazu wird der Indikator Phenolphthalein verwendet.

**Das sollten Sie zuvor in Ihrem Unterricht durchgenommen haben**

Die Lernenden sollten sich bereits mit **Enzymen** und deren Wirkungsweise befassen haben. Dementsprechend sollte die Bedeutung von Begriffen wie **Wirkungsspezifität**, **Substratspezifität**, **Enzym-Substratkomplex** und **Schlüssel-Schloss-Prinzip** bereits bekannt sein.

Zudem sollten sie über Hintergrundwissen zur **Diffusion** und deren Abhängigkeit von der Temperatur (**Brown'sche Molekularbewegung**) verfügen. Dieses Wissen muss jedoch nicht zwangsläufig unmittelbar vor der Einheit erworben werden. Es ist sogar sinnvoll, dass der Erwerb bereits geraume Zeit zurückliegt. Die Schüler greifen jetzt wieder darauf zurück, aktivieren und festigen so anwendungsbezogen dieses Wissen.

Nicht empfehlenswert ist es, bereits vor dieser Einheit **andere Faktoren** zu betrachten, von denen enzymatische Reaktionen abhängig sind. Dies gilt insbesondere für die Abhängigkeit vom pH-Wert. Denn die Temperaturabhängigkeit stellt wohl die anschaulichste und verständlichste Art der Abhängigkeit der Enzymaktivität dar. Sie ist deshalb gut geeignet, um die Abhängigkeit von Enzymreaktionen von bestimmten Faktoren zu illustrieren.

Zudem würde den Lernenden damit auch der Anreiz für eine **forschend-entwickelnde Erarbeitung** genommen, da sie bereits wissen, dass die Enzymaktivität von bestimmten Faktoren abhängig ist. Bei der Hypothesenbildung wäre dann eine geringere Variation zu erwarten.

Es ist aber dennoch sinnvoll, im Anschluss an diese Einheit noch die Abhängigkeit vom pH-Wert und der Substratkonzentration zu thematisieren.

## Verlauf

Material	Verlauf	Stunde
M 1	<p><u>Einstieg</u>: Ranzige Butter den Schülern zeigen und sie daran riechen lassen. Die Lernenden beschreiben den Geruch und das Aussehen der Butter.</p> <p><u>Ableitung der Problemfrage</u>:</p> <p><b>„Welche Ursache hat das Ranzigwerden der Butter?“</b></p> <p><u>Hypothesenbildung</u>: Die Schüler stellen bezüglich der Problemfrage Hypothesen auf.</p> <p><u>Erarbeitungsphase</u>: Die Schüler erarbeiten sich mit M 1 in den Aufgaben 1–2 die theoretischen Grundlagen zur Lipolyse. Sie <b>entwickeln</b> einen <b>Versuch</b> zum Nachweis der bei der Lipolyse entstehenden freien Fettsäuren (Aufgabe 3). Dies erfolgt im Think-Pair-Share-Verfahren.</p> <p><u>Diskussion</u>: Besprechung der Aufgaben in der Klasse. Es werden verschiedene Vorschläge zur Versuchsdurchführung diskutiert und abgewogen.</p> <p><u>Erarbeitungsphase</u>: Die Schüler führen zu viert einen <b>Nachweisversuch</b> inklusive Kontrollexperiment durch. Sie <b>protokollieren</b> den <b>Versuch</b>.</p> <p><u>Sicherung – Präsentation und Diskussion</u>: Einzelne Schülergruppen <b>präsentieren</b> ihre Versuchsergebnisse vor der Klasse. Die Ergebnisse werden anschließend im Hinblick auf die Hypothesen diskutiert.</p> <p><u>Hausaufgabe</u>: Fertigstellung des Protokolls</p>	1 + 2
M 2 (Teil I: Versuchsdurchführung)	<p><u>Protokoll besprechen</u>: Besprechen Sie die Hausaufgabe.</p> <p><u>Einstieg</u>: Ranzige (warme) und (kalte) frische Butterstücke zeigen. Weisen Sie auf die unterschiedliche Lagerung hin (Kühlschrank und Küchenregal).</p> <p><u>Ableitung der Problemfrage (Unterrichtsgespräch)</u>:</p> <p><b>„Warum wird die Butter im Regal schneller ranzig als im Kühlschrank?“</b></p> <p><u>Hypothesenbildung</u>: <b>Hypothesen diskutieren</b> und in eine Rangordnung bringen.</p> <p><u>Erarbeitungsphase</u>: <b>Planung</b> eines <b>Experiments</b> zur <b>Überprüfung</b> der <b>Temperaturabhängigkeit</b> (Gruppenarbeit).</p> <p><u>Sicherung</u>: Diskussion der Vorschläge in der Klasse. Einigung auf einen gemeinsamen <b>Versuchsvorschlag</b>. Ihn halten die Lernenden im <b>Teil I (Durchführung des Versuchs)</b> von M 2 fest.</p>	3

IV/B

Material	Verlauf	Stunde
	<p><u>Einstieg:</u> Den in der vorherigen Stunde geplanten Versuch und die einzelnen Schritte seiner Durchführung den Lernenden ins Gedächtnis rufen.</p> <p><u>Durchführung des Experiments:</u> Eine Schülergruppe <b>führt das Experiment durch</b>, eine Gruppe <b>dokumentiert</b> es mit <b>Fotos</b> und eine weitere Gruppe macht eine <b>Videoaufzeichnung</b> davon. Die übrigen Schüler schauen bei der Versuchsdurchführung zu.</p>	4
<p>M 2 (Teil II: Auswertung)</p> <p>Folienkopie von Teil II von M 2</p>	<p><u>Einstieg:</u> <b>Vorstellung des Versuchs</b> von der vierten Stunde mit den Beobachtungen, Fotos und Filmabschnitten durch eine Schülergruppe.</p> <p><u>Erarbeitungsphase – Versuchsauswertung:</u> <b>Auswertung des Versuchs im Teil II von M 2</b> anhand von <b>Aufgaben:</b></p> <p>Zusammenhang zwischen Temperatur und Enzymaktivität beschreiben, Diagramm zur Enzymaktivität erstellen (Aufgabe 1, Einzelarbeit); Versuchsergebnis bezüglich der Hypothese diskutieren (Aufgabe 2, Partnerarbeit)</p> <p><u>Sicherung:</u> <b>Diagrammpräsentation</b> durch ein Schülerpaar (das Diagramm wird auf eine Folienkopie eingezeichnet). Führen Sie anschließend am Beispiel der Kurve den <b>Fachbegriff „Optimumskurve“</b> ein.</p> <p><u>Erarbeitung:</u> <b>Ableitung weiterführender Problemfragen</b> (Partnerarbeit); <b>Unterrichtsgespräch</b> über diese <b>Fragen:</b></p> <p>„Warum ist die Enzymaktivität temperaturabhängig?“          „Weshalb nimmt die Aktivität bei steigender Temperatur zu?“ „Warum lässt die Enzymaktivität nach dem Temperaturoptimum wieder nach?“</p>	5
<p>M 3 (Arbeitsaufträge);</p> <p>M 4 (Tippkarten)</p> <p>M 5 (Folienteile)</p>	<p><u>Einstieg:</u> Das <b>Diagramm mit dem Kurvenverlauf</b> zur <b>Lipaseaktivität</b> aus der vorangegangenen Stunde zeigen. Unterrichtsgespräch zum Kurvenverlauf; die bereits entwickelten <b>Problemfragen aufgreifen</b>.</p> <p><u>Erarbeitungsphase – Partnerpuzzle:</u></p> <p><b>Phase I (Einzelarbeit)</b></p> <p>Die Partner teilen folgende Themen unter sich auf:</p> <p>Thema A: <b>Stabilität von Enzymen</b>          Thema B: <b>Reaktionsgeschwindigkeit einer chemischen Reaktion</b></p> <p>Jeder bearbeitet die <b>Aufgaben in M 3</b> zu seinem Thema für sich. Teilen Sie dazu zu jedem Thema die entsprechenden Folienteile von <b>M 5</b> aus. Stellen Sie die <b>Tippkarten von M 4</b> zur Verfügung (siehe Erläuterung zu M 3–M 5).</p>	6–7

Material	Verlauf	Stunde
	<p><b>Phase II</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Die Partner erklären sich gegenseitig den Verlauf der Kurven auf ihren Folienteilen. Dabei beziehen sie sich auf den Kurvenverlauf zur Temperaturabhängigkeit der Lipaseaktivität.</li> <li>Die Paare erarbeiten sich im gemeinsamen Gespräch eine Erklärung für die Temperaturabhängigkeit der Lipases-Aktivität.</li> <li>Vorbereitung einer möglichen Präsentation vor der Klasse.</li> </ol> <p><b>Phase III</b></p> <p><u>Präsentation:</u> Schülerpaare <b>präsentieren</b> ihre <b>Ergebnisse</b>.</p> <p><u>Sicherung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diskussion und Feedbackphase zur Präsentation (fachliche Richtigkeit, Verwendung der Fachbegriffe, Präsentationsstil)</li> <li>- Führen Sie jetzt unter Einbezug der Arbeitsergebnisse die Fachbegriffe „<b>RGT-Regel</b>“ und „<b>Denaturierung</b>“ ein.</li> </ul>	6–7
M 6	<p><u>Lernerfolgskontrolle:</u> Setzen Sie <b>M 6</b> ein, um das <b>Wissen zu überprüfen</b>, zu <b>sichern</b> und zu <b>festigen</b>. Das Material kann als Hausaufgabe, Klausur oder Übungsaufgabe verwendet werden.</p>	7

### Minimalplan

Bei extremer Zeitknappheit verzichten Sie, um die Unterrichtszeit zu verkürzen, auf die Durchführung des **Schülerversuchs** in **M 2** zur **Temperaturabhängigkeit der Lipase**. Zeigen Sie dann Ihren Lernenden, nachdem diese das Experiment geplant haben (siehe Verlaufsübersicht), gleich mithilfe von **M 7** die Versuchsansätze und das Versuchsergebnis. Projizieren Sie dazu M 7 mit dem Beamer in Farbe von der CD-ROM. Eine wichtige Kompetenz ist es aber, dass sich die Schüler in der Durchführung von Experimenten üben. Diese wird dann allerdings nicht trainiert. Zudem sorgt der Versuch für viel **Motivation** bei den Lernenden und stellt eine **wichtige handlungsorientierte Phase** dar.

Anhand der **Tippkarten M 4** können die Lernenden im **Partnerpuzzle** den Kurvenverlauf der Enzymaktivität erklären. **Auf diese Phase** sollten Sie **unter keinen Umständen zugunsten von Frontalunterricht verzichten**. Schließlich ermöglichen die Tippkarten eine **Binnendifferenzierung**. Zudem sorgt ihr Einsatz für eine hohe Schüleraktivität und trainiert die kommunikativen Kompetenzen der Lernenden.

Die **Lernerfolgskontrolle M 6** dient der Überprüfung, Sicherung und Festigung des erworbenen Wissens. Sie kann bei Zeitnot entfallen. Allerdings ist gerade die Überprüfung und Festigung der in der Einheit angeeigneten Inhalte sehr wichtig, da diese nur dadurch langfristig im Gedächtnis bleiben. Zudem betrachtet M 6 einen neuen Aspekt: Enzyme werden auch als Reinigungssubstanzen in Waschmitteln verwendet. Dieser Wissenstest ermöglicht Ihnen zu erkennen, wenn die Lernenden etwas nicht verstanden haben. Sie können die Lücken dann noch schließen.



**Materialübersicht****M 1 (Ab) Weshalb wird Butter eigentlich ranzig?****Material für den Stundeneinstieg**

- 
- ranzige Butter

**Material für den Nachweisversuch (pro Gruppe)**

- |                                       |   |  |
|---------------------------------------|---|--|
| <input type="checkbox"/> Lipaselösung | <input type="checkbox"/> Phenolphthalein-Lösung | <input type="checkbox"/> Pipette, Wasser |
| <input type="checkbox"/> Kondensmilch | <input type="checkbox"/> verdünnte Natronlauge  | <input type="checkbox"/> Reagenzglas     |

**M 2 (Ab) Versuch zur Temperaturabhängigkeit der Lipase – Protokoll****Material für den Versuch (pro Gruppe)**

- |   |   |
|---|---|
| <u>Chemikalien:</u>                             | <u>Materialien:</u>   |
| <input type="checkbox"/> Lipaselösung           | <input type="checkbox"/> 6 Reagenzgläser                    |
| <input type="checkbox"/> Phenolphthalein-Lösung | <input type="checkbox"/> Reagenzglasständer                 |
| <input type="checkbox"/> verdünnte Natronlauge  | <input type="checkbox"/> 6 Bechergläser, 6 Heizplatten      |
| <input type="checkbox"/> Kondensmilch           | <input type="checkbox"/> 6 Thermometer                      |
| <input type="checkbox"/> Wasser, Eis            | <input type="checkbox"/> Eiswürfel                          |
|   | <input type="checkbox"/> einige Tropfpipetten mit Messskala |

Materialien für das Partnerpuzzle:

**M 3 (Ab) Die Temperaturabhängigkeit der Lipase erklären – ein Partnerpuzzle**  
Arbeitsaufträge für das Partnerpuzzle

**M 4 (Ab) Tippkarten für das Partnerpuzzle**

Die Tippkarten enthalten Hinweise, welche den Schülern die Lösung der Aufgaben in M 3 erleichtern. Sie sind Bestandteil des Partnerpuzzles und dienen der Binnendifferenzierung.

**M 5 (Ab) Diagramme für das Partnerpuzzle**

Die Diagramme werden als Folienteile im Partnerpuzzle verwendet. Erstellen Sie von M 5 entsprechend viele Folien (eine Folienkopie enthält Folienteile für jeweils zwei Schülerpaare). Schneiden Sie dann die Folienteile aus.

**M 6 (LEK) Enzyme als Helfer in Waschmitteln – ein Wissenstext****M 7 (Gd) Fotos zum Versuch von M 3 (Minimalplan)**

Die Abbildungen in M 7 setzen Sie ein, wenn die Schüler aus Zeitgründen den Versuch von M 2 nicht durchführen können (siehe Minimalplan).

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Die Temperaturabhängigkeit enzymatischer Reaktionen*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)

