



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Study smart, *StudySmarter*

Arbeiten mit Karteikarten neu erfunden

Digitale Medien im Biologieunterricht

Tim Held
Leroy Lüdicke

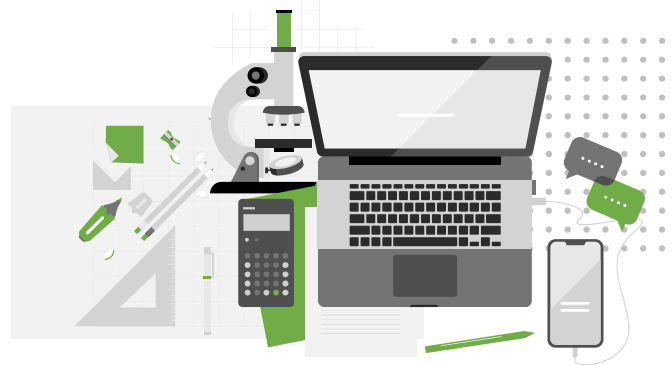


Jahrgangstufe 11 Q1	Einordnung und Lernziel	Digitale Kompetenzen	Material
	Q1 – Gene und Genetik Regulation der Genaktivität: Operon-Modell / Jacob-Monod-Modell (Schema) am Beispiel des Lac-Operons Benötigtes Vorwissen Einführungsphase E.2 Struktur und Funktion von Proteinen und Enzymen	Kompetenzbereich 1- Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren Kompetenzbereich 2- Kommunikation und Kooperieren Kompetenzbereich 3- Produzieren und Präsentieren Fachliche Kompetenzen Erarbeitung und Anwendung fachlicher Kenntnisse (F1,F2) Erkenntnisgewinnung und Fachmethoden (E1) Kommunikation in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen (K1-3)	→ Tablets / Smartphones, Smartboard oder Beamer → Zugang zu <i>StudySmarter</i> Zeitbedarf → 4 Unterrichtsstunden

Study smart, *StudySmarter*

Arbeiten mit Karteikarten neu erfunden

Tim Held und Leroy Lüdicke



Die Ergebnissicherung im Unterricht erfolgt oft durch klassische Tafelabschriebe oder Einträge in das Schulheft. Dies geht jedoch auch Digital mithilfe von Apps wie *StudySmarter* und dient gleichzeitig der Erstellung von Karteikarten für die Klausurvorbereitung. Dieses vorgehen wird exemplarisch an einer Unterrichtsreihe in der Gymnasialen Oberstufe demonstriert.

Warum weg vom Klassischen?

Die Ergebnissicherung ist ein zentraler Aspekt jeder Unterrichtsstunde. Sie dient der Zusammenfassung erarbeiteter Lerninhalte und bietet Grundlage für die Klausurvorbereitung. Besonders in der Gymnasialen Oberstufe ist ein durchdachtes Konzept zur Ergebnissicherung essenziell, da hier Erkenntnisse über einen Zeitraum von 2 Jahren relevant für die Abiturprüfungen sind.

Ergebnissicherungen werden von allen SuS an einem unterschiedlichen Ort getätigt: Das Schulheft, das Arbeitsblatt, freie Flächen am Rand eines Blattes, mündlich an der Tafel ... Gibt es eine Alternative?

Vorstellung der App

StudySmarter bietet eine Lernplattform, die sowohl für die Ergebnissicherung als auch für die Vorbereitung auf Prüfungen genutzt werden kann. Unterrichtsmaterialien können in Form von PDFs online für die SuS hochgeladen werden.

StudySmarter erstellt auf Wunsch einen Intelligenten Lernplan. Die App ist über den Browser, sowie über Smartphone oder Tablett aufrufbar, kann so in fast jeder Unterrichtsstunde und jedem Lernort integriert werden.

Es können Karteikarten in Karteikartenfächern erstellt und geteilt werden. „Tags“ dienen der Organisation. Karteikarten können auch von der Lehrkraft im Voraus erstellt und dann freigegeben werden.

Die App ist kostenlos nutzbar und finanziert sich durch dezente Werbung, die beim Lernen in Form von Karteikarten unkompliziert weggeklickt werden können. *StudySmarter* versichert, gesammelte Daten nicht an Dritte weiterzugeben. Im Zuge der Corona-Pandemie bietet *StudySmarter* einen temporären Premium Zugang für SuS und Lehrer*innen an.

Die App im Praxistest

Am Beispiel des Lac-Operon-Modells und der Enzymatischen Wirkung des Lactose Abbaus, lässt sich das Potenzial dieser App demonstrieren.

In einer einleitenden Experimentalstunde soll die App der Vorbereitung des Experiments, dem Unterstützenden Protokollieren, sowie der Sicherung der Ergebnisse dienen. In einer weiteren Unterrichtsstunde wird *StudySmarter* verwendet, um Informationen aus Textarbeit zu sammeln und Ergebnisse auszutauschen.

Am Ende sollen die SuS nicht nur ein Verständnis über das Lac-Operon-Modell erhalten, sondern auch eine umfangreiche Basis zur Vorbereitung auf eine anstehende Klausur/ das Abitur erarbeitet haben.

Vorbereitung für den Unterricht

Bevor mit *StudySmarter* im Unterricht gearbeitet werden kann, muss die Lehrkraft eine Kurze Einweisung in das Programm geben.

Ein für alle SuS und die Lehrkraft zugängliches „Fach“ dient zum Austausch von Karteikarten und Dokumenten mit allen SuS, quasi eine virtuelle Tafel.

Mithilfe von „Tags“ lassen sich den einzelnen Karteikarten Themen zuweisen, so dass auch im Nachhinein deutlich wird zu welchen Erarbeitungsschritt diese erstellt wurden.

Jeder SuS sollte zusätzlich über sein eigenes Karteikartenfach verfügen, in welchen individuelle Lösungen erstellt werden.

Experimentieren mit *StudySmarter*

Zu Beginn der Stunde wird das Phänomen der Lactose Intoleranz thematisiert und das Vorwissen der

Übersicht zum Aufbau der Unterrichtsreihe

Stunde	Stundenverlauf
1	Einführung in das Thema durch das Planen eines Experimentes zur Enzymaktivität von Lactase, mithilfe von Informationstexten und vorgegebenen Materialien (Dokumentation in <i>StudySmarter</i>)
2	Durchführung des Experimentes, Protokollieren, Auswerten und darstellen in <i>StudySmarter</i> , HA: Erstellen von drei Karteikarten zu drei festen Fragen
3	Textarbeit zum Thema Lac-Operon Modell, Erstellung von Quizfragen für die Klasse
4	Einsteigt mit dem erstellten Quiz, SuS erstellen ein mögliches Modell zum Lac-Operon Modell und stellen es über <i>StudySmarter</i> vor

SuS bezogen auf die Biologische Bedeutung von Enzymen aktiviert. Im Anschluss erhalten die SuS Zugang auf das Arbeitsblatt 1, in *StudySmarter*.

Der Infotext soll gelesen werden und anhand der aufgeführten Materialien (Milch, Lactase-Tabletten, Wasser, Glucose-Teststreifen mit Farbskala) wird von den SuS ein Experiment geplant, das die Aktivität der Lactase nachweisen soll.

Die SuS erarbeiten in Kleingruppen (mit Hilfekarten auf *StudySmarter*, unter Material 1) einen Versuchsaufbau bei dem eine Probe der Milch mit Lactase versetzt wird, während eine Probe, in der die Milch mit Wasser versetzt wird, als Kontrolle dienen soll. Die beiden Proben werden anschließend mit einem Glucoseteststäbchen auf die Entstehung von Glucose getestet.

Die Konzentrationszunahme der Glucose in der Probe mit der Lactase sollen die SuS auf die Enzymaktivität zurückführen.

Protokolle der Kleingruppen werden digital erstellt, in *StudySmarter* geteilt und präsentiert.

In einer Hausaufgabe sollen die SuS drei Fragen als Karteikarte darstellen (siehe Material 2) und diese beantworten.

StudySmarter als Tool zur Textarbeit

Zur Wiederholung und Einstieg in die Stunde, werden die Karteikarten in Expertengruppen (zufällige Zuordnung zu einer der drei Fragen) besprochen und es wird eine gemeinsame Karteikarte erstellt, welche der Klasse im Anschluss präsentiert wird. Dazu wird diese in das Klassenfach hochgeladen. Die SuS ergänzen ihre Karteikarten entsprechend.

Das Arbeitsblatt 2 wird für die SuS zur Verfügung gestellt. Sie erarbeiten Definitionen für hervorgehobene Begriffe aus dem Text heraus und erstellen dazu Karteikarten im eigenen Fach.

Fragen können hier eingegeben werden (Vorderseite) **1**

Dieses Feld dient der Antworten (Rückseite) **2**

Tags zur Strukturierung **3**

Teilt die Karte mit allen Mitgliedern des Faches **4**

Auswahlmöglichkeiten können hier erstellt werden **5**

Tipps können vor dem Beantworten einer Karteikarte angesehen werden **6**

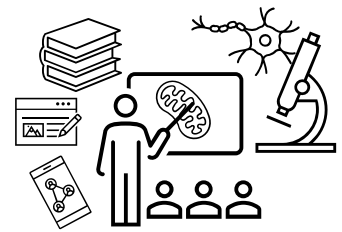
Hier lässt sich ein Lösungsweg anzeigen **7**

Das Ändern von Schriftdesign/-farbe und das Hinzufügen von Bildern und Formeln / Sonderzeichen, sowie das Formatieren der Karteikarten ist hier möglich **8**



The screenshot shows a digital flashcard interface. At the top, there is a 'Frage' (Question) field containing the text 'In was wird Lactose gespalten?' (1). Below it is a rich text editor with various icons for text formatting (bold, italic, underline, strikethrough, link, list, etc.) (8). The 'Antwort' (Answer) field contains 'Galactose und Glucose' (2). Below the answer field, there is a section for 'Tags hinzufügen (optional):' with a tag 'Lactose Abbau' (3). There are buttons for 'teilen' (4), '+ Multiple Choice' (5), 'Tipp hinzufügen' (6), and 'Lösungsweg hinzufügen' (7). At the bottom, there is a blue 'Speichern' (Save) button.

[2]



Fazit

StudySmarter ist ein umfangreiches Lernprogramm dessen Anwendungsmöglichkeiten sehr vielfältig sind. *StudySmarter* eignet sich nicht nur für einzelne Unterrichtseinheiten, sondern kann prinzipiell auf auch den gesamten Unterricht ausgeweitet werden. Insbesondere für Abiturjahrgänge birgt *StudySmarter* riesiges Potential. Wäre es für SuS nicht enorm hilfreich den gesamten Abiturstoff sofort abrufbar und zum Lernen bereit auf dem Gerät in den Händen zu halten, dass ohnehin schon längst unseren Alltag mitbestimmt?

Sie entwickeln jeweils eine Quiz-Frage und laden diese in das Klassenfach.

Diese dienen dem Unterrichtseinstieg in die nächste Unterrichtsstunde. Anschließend werden in Kleingruppen Modellvorschläge zum Lac-Operon entwickelt und im Klassenfach vorgestellt.

Die Lehrkraft lädt eine Musterlösung als Karteikarte im Klassenfach hoch (siehe Material 3).

Zielgruppe

Für die Arbeit mit *StudySmarter* an sich gibt es keine feste Zielgruppe, für die Unterrichtseinheit wurde jedoch die Jahrgangsstufe 11 der gymnasialen Oberstufe ausgewählt.

Digitale und Fachliche Kompetenzen

Die SuS sollen Informationen aus Informationstexten aufschlüsseln und mithilfe von *StudySmarter* darstellen. Diese Informationen dienen zum einem der eigenen Sicherung der Ergebnisse, aber auch der der Klassenmitglieder.

In Gruppen werden Erkenntnisse aus einem Experiment erarbeitet und die Arbeit mit Modellen wird erprobt. Der Kooperative Aspekt ist in dieser Unterrichtseinheit besonders wichtig, da sehr viel in Arbeitsteilung erarbeitet wird.

Die Erkenntnisse sollen durch das Hochladen auf *StudySmarter* geteilt und auch präsentiert werden. Die demensprechende visuelle Darstellung nimmt einen hohen Stellenwert ein.

Die Integration von *StudySmarter* wird zu Beginn eine Umgewöhnung der SuS und Lehrkraft bedeuten. Die anfänglichen Hürden werden aber mit der Zeit leichter überwunden und mit dem langfristigen Mehrwert belohnt.

Am besten ist es aber *StudySmarter* einmal selbst auszuprobieren, daher laden wir Sie ganz herzlich ein in unser Probe Fach vorbeizuschauen.



Dieser QR-Code ist eine Verknüpfung zu *StudySmarter*. Alle Quellen, sowie sämtliche Materialien sind jedoch auch im Anhang enthalten.

Nachweis der Enzymaktivität von Lactase (Arbeitsblatt 1)

Der Verzehr von Milch und Milchprodukten beträgt in Deutschland pro Kopf mehr als 80 Kilogramm im Jahr. Auf den Tag gerechnet entspricht das einer Menge von ca. 230 Gramm, also einem kleinen Glas Milch oder ein Becher Quark. Laktoseintoleranz ist in Deutschland ein häufiges Phänomen, von dem etwa jede 5. Person betroffen ist (15-20 %). Bei den meisten Menschen wird der in der Milch enthaltene Disaccharid Lactose im Dünndarm zu den Monosacchariden Glucose und Galactose abgebaut. Diese Reaktion katalysiert das Enzym Lactase, welches den Menschen mit Laktoseintoleranz fehlt.

Im Laufe der natürlichen Entwöhnung von der Muttermilch sinkt die Aktivität der Laktase auf etwa 5–10 % der Aktivität bei der Geburt. Nur bei Populationen, die seit langer Zeit Milchwirtschaft und -konsum betreiben, hat sich eine Mutation durchgesetzt, die dazu führt, dass auch noch im Erwachsenenalter Laktase produziert wird. Unverträglichkeiten äußern sich in Form von Durchfall, Blähungen und oder Bauchkrämpfen.

Aufgaben:

1. **Lesen** Sie den Infotext über Milchzucker
2. **Planen** Sie ein Nachweisexperiment für die Aktivität von Lactase mit den vorgegebenen Stoffen (Denken sie an die benötigten Geräte/ Behälter und angemessene Mengen)
3. **Skizzieren** Sie den Versuchsaufbau, **erstellen** einen Versuchsplan und **formulieren** sie eine Erwartung (Hypothese) zum Ausgang des Experiments. Laden sie diese in StudySmarter hoch.
4. **Führen** Sie das Experiment **durch** und **protokolieren** ihre Erkenntnisse

Verfügbares Material:

Milch, Lactase-Tabletten, Wasser, Glucose-Teststreifen mit Farbskala

Hinweis:

Hilfekarten sind auf StudySmarter zu finden

Hilfskarten zum Experiment mit der Lactase

Hilfskarten Exp. Lactase

Tipp 1

Die Aktivität der Lactase kann nicht direkt beobachtet werden. Aber was kann mit den gegebenen Materialien überprüft werden? (Beteiligte Stoffen, Produkte und Edukte)

Hilfskarten Exp. Lactase

Tipp 2

Mit den Glucoseteststäbchen kann die Entstehung von Glucose nachgewiesen werden. Wie kann kontrolliert werden, ob die Lactase der Grund dafür ist? Wie viele Ansätze müssen sie auf Glucose testen, um zu beweisen, dass die Lactase essenziell für den Laktoseabbau ist?

Hilfskarten Exp. Lactase

**Tipp 3
(Lösung)**

Es müssen 2 Proben der Milch auf Glucose getestet werden. Eine Probe ist mit Lactase, die Kontrollprobe mit Wasser versetzt. Fällt der Test auf Glucose, bei der Probe mit Lactase positiv aus und die Kontrolle negativ, muss das Enzym der Grund für den Laktoseabbau sein.

Fragen für die Hausaufgabe

1. In welche Monosaccharide wird Lactose bei der Verdauung abgebaut und warum? (Recherche)
2. Durch hohe Hitze oder Säure kann Lactase auch gespalten werden. Warum findet die Reaktion im menschlichen Körper mit Enzymen statt?
3. Wie funktionieren Glucoseteststäbchen? (Recherche)

Prinzip der Genregulation am Beispiel des lac-Operon-Modells (Arbeitsblatt 2)

Beim Experimentieren in der letzten Stunde haben Sie den Prozess des Abbaus der Laktose im menschlichen Körper, katalysiert durch das Enzym Lactase, kennen gelernt (Abb. 1). Nun werden Sie erfahren, wie die Produktion von Lactase genetisch gesteuert wird und von welchen Faktoren diese abhängig ist.

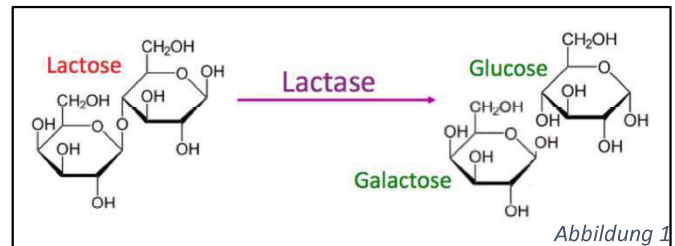
Das Bakterium *Escherichia coli* (*E. Coli*) ist hierfür ein perfekter Beispiel Organismus. Zur Energiegewinnung benötigt das Bakterium Glucose. Bei Anwesenheit von Lactose kann *E. Coli* jedoch auch aus diesem Saccharid Energie gewinnen. Dabei treten stets gleichzeitig und in gleichen Mengenverhältnissen zueinander drei Enzyme auf:

- Die **β -Galaktosid-Permease**,
- die **Transacetylase**
- die **β -Galaktosidase**.

Letzteres Enzym ist für die Zerlegung der Lactose in die beiden Monosaccharide Glucose und Galactose zuständig (s. Abbildung 1). Die β -Galaktosid-Permease ist ein Transportprotein, mit Hilfe dessen die Lactose in die Zelle gelangt. Die Funktion der Transacetylase ist in der Forschung bisher noch nicht endgültig geklärt.

Auf der Grundlage dieser Kenntnisse sowie weiterer Forschungsergebnisse entwickelten die französischen Molekulargenetiker JACOB und MONOD 1961 das sogenannte **Operon-Modell der Genregulation**.

Auf der DNA ist ihrer Vorstellung nach den **Strukturgenen** ein sogenannter **Operator** vorgelagert. Die Strukturgene codieren jeweils für eines der oben genannten Enzyme. Vor dem Operator liegt der **Promotor**, welcher die Bindungsstelle bzw. der Startpunkt für die RNA-Polymerase ist. Die RNA-Polymerase gleitet beim Start der Transkription über den Operator zu den Strukturgenen und katalysiert so die Synthese der oben genannten Enzyme. Zusammen bilden Promotor, Operator und die Strukturgene ein **Operon**. Der Operator ist bei Abwesenheit von Lactose durch ein spezifisches Enzym, den lac-**Repressor**, blockiert, sodass keine Transkription erfolgen kann. Der lac-Repressor ist ein Protein, das bei Bindung an den Operator das Ablesen der Struktur durch die RNA-Polymerase verhindert. Der Repressor hat neben der Bindungsstelle für den Operator eine weitere für Lactose. Gelangt nun Lactose in die Zelle, inaktiviert sie den lac-Repressor, sodass die Strukturgene von der RNA-Polymerase abgelesen werden können und die Transkription der Enzyme startet. Für die Codierung des Lac-Repressors ist ein vom Operon unabhängiges Gen, der **Regulator**, verantwortlich, welches nicht in unmittelbarer Nachbarschaft zum Operon lokalisiert sein muss.



Arbeitsaufträge:

- 1) **Erarbeiten** Sie für die unterstrichenen neuen Fachbegriffe eine knappe Definition, welche sowohl die Lage auf der DNA als auch die jeweilige Funktion bei der Genregulation beschreibt. Laden Sie die einzelnen Definitionen in Form von Karteikarten in ihr eigenes Fach in „StudySmarter“.
- 2) **Entwickeln** Sie eine Frage, die mit dem Text beantwortet werden kann und **erstellen** Sie dafür Karteikarten in dem Klassenfach (Tag: „Lac-Operon_Quiz“) (z.B. Multiple Choice).
- 3) **Entwickeln** Sie in Gruppen eine Abbildung zu dem Modell, welches die obigen Vorgänge beim Abbau der Lactose veranschaulicht. Bereiten Sie desweiterem einen kurzen Vortrag, gestützt durch das eigenentwickelte Modell, der den Ablauf der Genregulation nach JACOB und MONOD **erläutert**, vor. Laden Sie ihre Ergebnisse in das Klassenfach (Tag: Lac-Operon-Modell_*Gruppenname*_)

Quellen

[1] StudySmarter Logo <https://app.studysmarter.de/home>

[2] Screenshot StudySmarter, sowie alle anderen Screen Shots der Karteikarten wurden in StudySmarter getätigt <https://app.studysmarter.de/subjects>

[3] Arbeitsblatt lac-Operon Modell: <https://www.biologie-seite.de/Biologie/Lac-Operon> (5.02.2021),
<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/genregulation/27396> (5.02.2021),
<https://www.studysmarter.de/schule/biologie/genetik/genregulation/> (28.10.2021)

[4] Arbeitsblatt Enzymaktivität: <https://www.dge.de/presse/pm/essen-und-trinken-bei-lactoseintoleranz/> (04.02.2021)