

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Genetik: Das Operon-Modell – Abiturvorbereitung mit künstlicher Intelligenz

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



II.B.2.20

Genetik – Molekulargenetik

Das Operon-Modell – Abiturvorbereitung mit künstlicher Intelligenz

Martina Fiedler



© RAABE 2024

© nopparit/iStock/Getty Images Plus

Ihre Lernenden erarbeiten sich selbstständig mit sprachsensiblen Informationstexten und ausgewählten Erklärvideos den Aufbau und die Funktion eines Operons sowie Beispiele der Genregulation durch Substratinduktion und Endproduktthemmung. Zur Wissensüberprüfung stehen den Lernenden LearningApps, zu korrigierende Fehlertexte von ChatGPT 3.5 und ein Kahoot!-Quiz zur Verfügung. Abschließend planen und erstellen die Lernenden in eigenständiger Gruppenarbeit ein mediales Lernprodukt und bewerten das Arbeiten mit künstlicher Intelligenz.

KOMPETENZPROFIL



Klassenstufe:	11, 12, 13
Dauer:	8 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 5)
Kompetenzen:	Sachkompetenz, Kommunikationskompetenz, Bewertungskompetenz
Inhalt:	Molekulargenetik, Genregulation, Prokaryoten, Proteinbiosynthese, Bakterien, Tryptophan, Laktose, <i>lac-Operon</i> , <i>trp-Operon</i> , KI, ChatGPT

Fachliche Hinweise

Ein Vergleich der Regulierung der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten ist systemisch sinnvoll, denn eine räumliche und zeitliche Trennung von Transkription und Translation wie bei Eukaryoten liegt bei Prokaryoten nicht vor. Damit müssen bei Prokaryoten andere Mechanismen der Regulation ihrer Genaktivität nutzen. Dabei legt die vorliegende Lernaufgabe den Schwerpunkt bei der Behandlung des Operon-Modells als vorwiegende Form der Genregulation bei Prokaryoten zunächst auf den generellen Aufbau des Operons. Dieser muss als Voraussetzung für das Verständnis der Regulationsmechanismen vor allem in Bezug auf das zu verwendende Fachvokabular und die Funktion der einzelnen Strukturen sicher beherrscht werden. Erst dann erfolgt die Erarbeitung der umweltbedingten Steuerung der Genaktivität bei Prokaryoten durch Substratinduktion am typischen Beispiel des *lac-Operons* und der Endprodukthemmung am Beispiel des *trp-Operons*. Dabei wird bewusst beispielsweise auf die Frage der Anwendung des Modells auf Eukaryoten, die Bedeutung des *lac-Operons* in der Phagenbiologie, die Anwendungsmöglichkeiten in der pharmazeutischen Forschung und Produktion, Gentechnik und Biomediation verzichtet. Diese Themen eignen sich jedoch hervorragend für einen vertieften Zugang beispielsweise in einem Leistungskurs.

Didaktisch-methodische Hinweise

In allen Bereichen der Biologie ist das bedarfsorientierte Haushalten mit Energie von zentraler Bedeutung, so auch auf molekularbiologischer Ebene am Beispiel der Genregulation bei Prokaryoten. Das Operon-Modell zeigt in diesem Kontext grundlegende biologische Zusammenhänge und Mechanismen auf.



Wie ist die Unterrichtseinheit aufgebaut?

Für den **Einstieg** in die **erste Unterrichtsstunde** und das Thema bieten sich zwei verschiedene Möglichkeiten an:

1. Die Abbildung in **ZM 1** wird als Bildimpuls projiziert. Die Lernenden sind aufgefordert Stellung zu nehmen, indem sie die Unterrichtsfrage und Hypothesen formulieren.
2. Die Abbildung in **ZM 2** wird als Bildimpuls projiziert gemeinsam mit den vorformulierten Fragen: „Wie erfolgt die Genregulation bei Prokaryoten?“, „Können wir die Erkenntnisse zur Genregulation bei Eukaryoten auf Prokaryoten übertragen?“. Diese Vorgehensweise setzt zwingend die vorangegangene unterrichtliche Behandlung der Genregulation bei Eukaryoten voraus. Erneut sind die Lernenden aufgefordert, Hypothesen zu formulieren.



Die Projektion der beiden Bildimpulse kann über eine Dokumentenkamera erfolgen oder über die PowerPoint-Präsentation **ZM 3** aus dem Zusatzmaterial.

Die sich anschließende Lernaufgabe kann komplett selbstständig von den Lernenden durchgeführt werden oder durch die Lehrkraft bei Bedarf durch gemeinsame Sicherungsphasen intensiver begleitet werden. In beiden Fällen stellt die Lehrkraft die Lernaufgabe am Ende der ersten Unterrichtsstunde mithilfe von **M 1** vor. Das Dokument bietet einen kompletten Überblick über die organisatorische, inhaltliche und zeitliche Gestaltung der Lernaufgabe und sollte allen Lernenden stets zur Verfügung stehen.

Die ersten drei Schritte der Lernaufgabe finden in der **zweiten bis vierten Unterrichtsstunde** statt und dienen der inhaltlichen Erarbeitung des Operon-Modells:

1. Aufbau des Operons (**M 2a** bis **M 4**)
2. Substratinduktion (**M 5** bis **M 8**)
3. Endprodukthemmung (**M 9** bis **M 12**)

Jeder dieser Schritte ist in **drei Phasen** gegliedert. In der ersten Phase zur **Erarbeitung** erhalten die Lernenden Material in Form von Erklärvideos und sprachlich differenzierten Texten. In der zweiten Phase **Alles verstanden?** haben die Lernenden die Möglichkeit, das korrekte Verständnis des Erarbeiteten mittels LearningApps und weiteren Aufgabenformaten selbstständig zu überprüfen. Die **Sicherung** in Phase 3 ermöglicht den Lernenden, auf einem zusammenfassenden Arbeitsblatt das in diesem Schritt relevante Wissen zu sichern.

Der vierte Schritt findet in der **fünften Unterrichtsstunde** statt und sieht einen durch **M 13** angeleiteten Austausch des in den vorausgegangenen drei Schritten Erarbeiteten zwischen den Lernenden vor. Hier sollen neue Gruppen gebildet werden, in denen die Arbeitsergebnisse durch einen Vergleich der verschiedenen Steuerungsmechanismen der Genaktivität miteinander abgeglichen werden. Erst nach diesem Schritt erfolgt die gemeinsame Sicherung im Plenum.

Ein inhaltlich abschließendes **Kahoot!-Quiz** zeigt, ob und wie erfolgreich die fachlichen Zusammenhänge verstanden und behalten wurden. Das Kahoot!-Quiz kann über diesen Link durchgeführt werden: <https://create.kahoot.it/details/35d3b12e-fb73-4221-a284-1c2841a5c4b4>

In der **sechsten und siebten Unterrichtsstunde** erfolgt die **fakultative mediale Umsetzung des gesicherten Wissens**. Die Lernenden können die Form der medialen Umsetzung selbst wählen. Dazu sollen sie in kleinen Gruppen zusammenarbeiten. Es ist dringend angeraten, einen Abgabetermin anzusetzen. Die hier geleistete Arbeit bzw. das erstellte Lernprodukt kann in die Leistungsbeurteilung einbezogen werden.

Für die Bewertung bietet **ZM 4** einen adaptierbaren Vorschlag sowie allgemeine Hinweise.

Die **achte Unterrichtsstunde** dient der Schulung der Medienkompetenz. Hier bietet sich mit **M 14** abschließend die Möglichkeit einer kritischen Reflektion der Nutzung von KI-Anwendungen. Speziell setzen sich die Lernenden mit ChatGPT auseinander.

Hinweise zur Erarbeitungsphase

In der Zeit der Erarbeitung können die Lernenden sehr individuell arbeiten. Der Lehrkraft ist es möglich, in Ruhe zu beobachten, an einzelnen Stellen unterstützend einzugreifen und die besonders leistungsstarken Lernenden mit themenbezogenen Zusatzaufgaben zu betrauen.

Im ersten Schritt lernen die Schülerinnen und Schüler zunächst die Struktur des Operons kennen. Dazu erhalten sie verschiedenen Materialien, zwischen denen sie je nach Lerntyp wählen können. Den Überblick über die zur Verfügung stehenden Materialien finden die Lernenden über den Aufgaben vor (**M 2a/M 2b**). Darüber sollte einmal im Plenum gesprochen werden, um das Verständnis der vielleicht ungewohnten selbstständigen Vorgehensweise zu sichern.

Die Aufgaben sowie die Informationstexte liegen hier in zwei Differenzierungsstufen vor. Die Lernenden können zwischen den Texten und den zwei Erklärvideos als Informationsquelle wählen. Der Text **M 3b** stellt die Sachzusammenhänge sprachsensibel dar, während in **M 3a** ein abstrakteres, stärker fachwissenschaftlich geprägtes Sprachregister verwendet wird. Die Phase **Alles verstanden?** (**M 4**) bietet allen Lernenden anhand von zwei auf das Material abgestimmten LearningApps die Möglichkeit der Selbstkontrolle. Aufgabe1 liegt ebenfalls als digitale LearningApp in zwei Differenzierungsstufen vor. Die LearningApps können über die folgenden Links in den eigenen Account gezogen werden:

Kahoot!





Wie funktioniert das Operon?: <https://learningapps.org/display?v=p2ydn00s324>

Definitionen rund um das Operon: <https://learningapps.org/display?v=picxs333a24>

Aufbau und Funktion des Operons: <https://learningapps.org/display?v=pm4qcihc324>



Aufbau und Funktion des Operons (mit Hilfestellung):

<https://learningapps.org/display?v=p2q0nxrna24>

Zudem bietet **M 4** die Möglichkeit zur individuellen oder gemeinsamen Sicherung des Erarbeiteten im Plenum.



Hinweis: Für besonders schnell und sicher arbeitende Lernende kann an dieser Stelle eine individuelle Zusatzaufgabe erteilt werden. Tragen Sie diesen Lernenden auf, eine eigene LearningApp zu erstellen, die die Inhalte abfragt. Diese kann nach inhaltlicher Kontrolle durch die Lehrkraft auch zur Sicherung im Plenum herangezogen werden.

Der zweite Schritt verläuft methodisch analog zum ersten Schritt. Inhaltlicher Schwerpunkt ist jedoch die Substratinduktion. Erneut bietet ein erstes Arbeitsblatt (**M 5**) einen Überblick über das unterrichtliche Vorgehen und enthält die entsprechenden Arbeitsaufträge und Aufgabenstellungen. Auch hier können die Lernenden zwischen zwei Erklärvideos, einem sprachsensiblen Text (**M 6b**) und nicht-sprachsensiblen Text (**M 6a**) wählen. Mit **M 7 Alles Verstanden?** kann das Gelernte überprüft werden. Als digitale Alternative zu Aufgabe 1 liegt eine LearningApp vor, die über den folgenden Link in den eigenen Account gezogen werden kann:



<https://learningapps.org/display?v=p63oi618524>

Die Sicherung erfolgt mit **M 8** und kann auch im Plenum besprochen werden.



Der dritte Schritt verläuft methodisch analog zu den ersten beiden Schritten. Inhaltlicher Schwerpunkt ist hier die Endprodukthemmung. Mit **M 9** erhalten die Lernenden erneut einen Überblick über die verfügbaren Materialien (**M 10a**, **M 10b**, Erklärvideos) und die Aufgabenstellung. Mit **M 11** überprüfen die Lernenden ihren Wissensstand. Auch hier können die Lernenden Aufgabe 1 durch eine LearningApp ersetzen, die über den folgenden Link in den eigenen Account gezogen werden kann:



<https://learningapps.org/display?v=p4jkjzyc24>

Die Sicherung erfolgt mit **M 12**.

Nun sollen die Lernenden mithilfe von **M 13** das von ihnen Erarbeitete in neuen Gruppenzusammensetzungen vorstellen und vergleichen. Zudem wird das Erlernte neu strukturiert und zugleich auf eine höhere Abstraktionsebene gehoben. Im Anschluss kann das **Kahoot!-Quiz** im Plenum gespielt werden.



Alternative Unterrichtsgestaltung

In leistungsschwächeren Gruppen kann die Lehrkraft in Abhängigkeit von der Lerngruppe Sicherungsphasen im Plenum nach einzelnen Schritten einbauen. In leistungsstärkeren Gruppen ist auch eine gemeinsame Erarbeitung der Struktur des Operons im Plenum und eine gruppenteilige Erarbeitung des zweiten und dritten Schritts denkbar.

Welches Vorwissen muss vorhanden sein?

Die Lernenden sollten den Aufbau der prokaryotischen und eukaryotischen Zelle kennen sowie die Schritte der Proteinbiosynthese in beiden Zellen. Falls die Lernenden die Genregulation der Eukaryoten kennen, kann dies mit dem Einstieg wiederholt werden.

Auf einen Blick

1. Stunde

Thema: Einstieg in das Unterrichtsthema (mit PowerPoint-Präsentation)

- ZM 1 Bakterien regulieren ihre Genaktivität
 ZM 2 Prokaryoten vs. Eukaryoten – Zellaufbau und Gene
 ZM 3 PowerPoint-Präsentation für den Einstieg
 M 1 Lernaufgabe zur Genregulation bei Prokaryoten

Benötigt: Beamer/Whiteboard/Dokumentenkamera für die Projektion



2. Stunde

Thema: Aufbau und Funktion des Operons

- M 2a/M2b Der Aufbau des Operons – Arbeitsaufträge
 M 3a/M3b Genregulation bei Prokaryoten mithilfe des Operons
 M 4 Aufbau und Funktion des Operons – Alles verstanden?

Benötigt: digitale Endgeräte mit Internetzugang
 ggf. eigene Kopfhörer der Lernenden



3./4. Stunde

Thema: Substratinduktion und Endprodukthemmung

- M 5 Genregulation durch Substratinduktion
 M 6a/M 6b Genregulation bei Prokaryoten durch Substratinduktion
 M 7 Substratinduktion – Alles verstanden?
 M 8 Substratinduktion – Überblick
 M 9 Genregulation durch Endprodukthemmung
 M 10a/M 10b Genregulation: Endprodukthemmung bei Prokaryoten
 M 11 Endprodukthemmung – Alles verstanden?
 M 12 Endprodukthemmung – Überblick

Benötigt: digitale Endgeräte mit Internetzugang
 ggf. eigene Kopfhörer der Lernenden



5. Stunde

Thema: Substratinduktion und Endprodukthemmung im Vergleich

- M 13 Vergleich: Substratinduktion und Endprodukthemmung

6./7. Stunde

Thema: Planung eines medialen Lernprodukts zum Operon-Modell

ZM 4 Wir erstellen ein digitales Lernprodukt

Benötigt: digitale Endgeräte mit Internetzugang

8. Stunde

Thema: Diskussion und Bewertung KI-generierter Texte zum Thema

M 14 Das Operon-Modell bei ChatGPT

Benötigt: digitale Endgeräte mit Internetzugang

Minimalplan

Bei Zeitmangel kann ggf. auf das mediale Lernprodukt (**ZM 4**) und die Diskussion zu KI-Anwendungen wie ChatGPT (**M 14**) verzichtet werden. Alternativ kann **M 14** auch direkt nach **M 13** durchgeführt werden. Ebenso können alle oder einzelne Lernvideos sowie die Texte im Plenum gemeinsam erarbeitet werden. Die LearningApps sowie die Auseinandersetzung mit den KI-Texten können zum Einstieg in die nächste Stunde genutzt werden.

Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.				
	leichtes Niveau		mittleres Niveau		schwieriges Niveau

Lernaufgabe zur Genregulation bei Prokaryoten

M 1

Prokaryoten wie Bakterien und Archaeen sind ursprüngliche und zugleich evolutionär erfolgreiche Lebewesen, die fast alle denkbaren Lebensräume besiedeln. Wie ist das möglich? Ein Grund für ihren Erfolg liegt in dem ausgezeichneten Ressourcenmanagement. Man könnte sagen, Bakterien sind echte Sparfüchse! Doch wie funktioniert dieses Ressourcenmanagement?

Findet heraus, wie es Bakterien gelingt, erfolgreich die ganze Welt zu besiedeln und **stellt** eure Erkenntnisse in einem geeigneten Produkt medial **dar**.

So gehen wir vor:

1. Wir lernen das Operon und seinen Aufbau kennen
Dazu erhaltet ihr verschiedene Materialien, zwischen denen ihr je nach Lerntyp selbst wählen könnt und individuell oder mit einem Partner bzw. einer Partnerin arbeitet. Danach könnt ihr überprüfen, ob ihr den Aufbau des Operons richtig verstanden habt.
2. Steuerung der Genaktivität durch Substratinduktion
Wiederum erhaltet ihr verschiedene Materialien, zwischen denen ihr je nach Lerntyp selbst wählen könnt und individuell oder mit einem Partner bzw. einer Partnerin arbeitet. Mit einem Lückentext und einem KI-generierten Fehlertext könnt ihr überprüfen, ob ihr die Substratinduktion richtig verstanden habt. Dann fasst ihr eure Ergebnisse mithilfe einer Abbildung zusammen. Diese könnt ihr auch zum Lernen vor Klausuren oder den Abiturprüfungen verwenden.
3. Steuerung der Genaktivität durch Endprodukthemmung
Ihr dürft euch auch hier verschiedene Materialien zur Informationssuche aussuchen und in Einzelarbeit oder zu zweit arbeiten. Zur Prüfung des Wissens bearbeitet ihr Aufgaben und korrigiert ebenfalls einen KI-generierten Fehlertext zur Endprodukthemmung. Dann fasst ihr eure Ergebnisse mithilfe einer Abbildung zusammen. Diese könnt ihr auch zum Lernen vor Klausuren oder den Abiturprüfungen verwenden.
4. Vergleich der Steuerungsmechanismen
Jetzt arbeitet ihr zu zweit mit jemand anderem als bisher. Gemeinsam füllt ihr eine Tabelle zum Vergleich von Substratinduktion und Endprodukthemmung aus. Auch dieses Arbeitsblatt könnt ihr zum Lernen nutzen.
5. Ein Kahoot!-Quiz zeigt, ob ihr das Thema verstanden habt oder einzelne Aspekte nochmal anschauen solltet.
6. Erstellen eines digitalen Endprodukts
Stellt euer Wissen zur Genregulation bei Prokaryoten in einem geeigneten Medium eurer Wahl dar. Arbeitet in Gruppen mit 2–4 Personen. Bei Bedarf bekommt ihr ein Bewertungsraster. Abgabetermin bzw. Termin der Präsentation ist der

Los geht's!

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Genetik: Das Operon-Modell – Abiturvorbereitung mit künstlicher Intelligenz

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)

