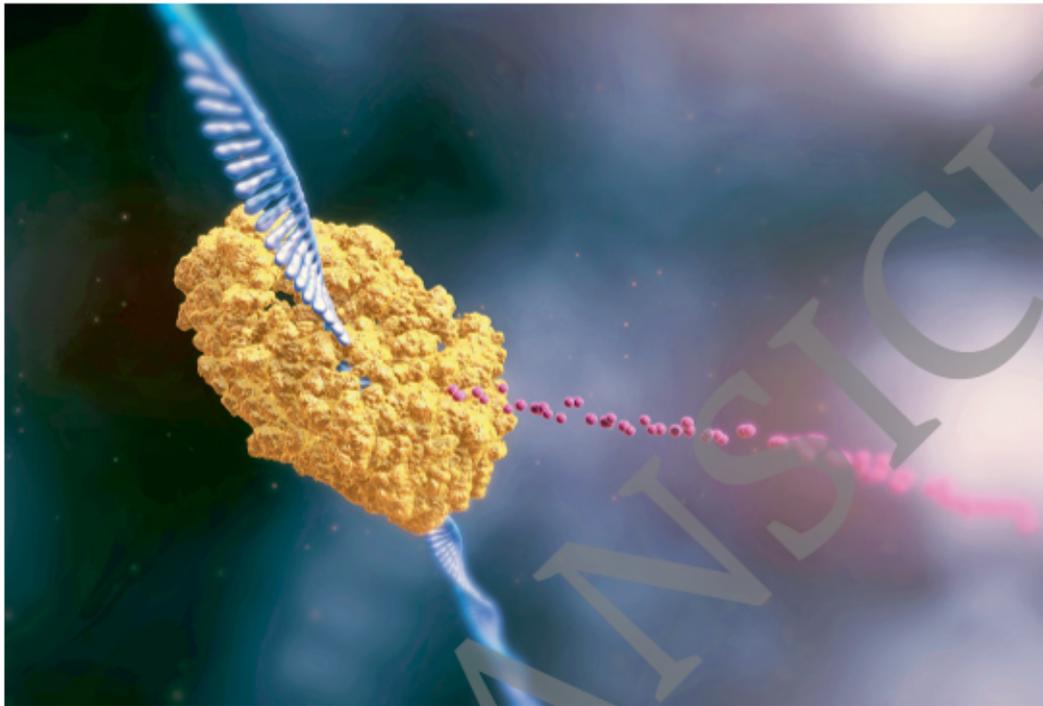


II.B.2.20

Genetik – Molekulargenetik

Das Operon-Modell – Abiturvorbereitung mit künstlicher Intelligenz

Martina Fiedler



© RAABE 2024

© noppant/Stock/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 Endprodukthemmung. 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

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:	<input type="checkbox"/> digitale Endgeräte mit Internetzugang

8. Stunde

Thema:	Diskussion und Bewertung KI-generierter Texte zum Thema
M 14	Das Operon-Modell bei ChatGPT
Benötigt:	<input type="checkbox"/> 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

Genregulation bei Prokaryoten mithilfe des Operons

M 3a

Die beiden französischen Wissenschaftler Jaques Monod und François Jacob haben bereits 1965 den Nobelpreis für die Entwicklung des heute noch immer gültigen Operon-Modells zur Regulation der Genexpression bei Prokaryoten erhalten.



Jacques Monod (Zigarette rauchend) und François Jacob (Zunge rausstreckend) im Institut Pasteur, Februar 1971

© *afp/Getty Images*

Bei der Regulation der Genaktivität unterscheidet man grundlegend zwischen konstitutiven Genen, die ständig transkribiert werden, da sie zentrale Stoffwechselprozesse im Körper ermöglichen und regulierten Genen, die je nach Bedarf kurzfristig an- bzw. ausgeschaltet werden und meist spezifischere Stoffwechselvorgänge betreffen. Ihre Regulation wird in dem Operon-Modell nach Jacob/Monod beschrieben, wobei ein Operon eine regulatorische Funktionseinheit aus mehreren DNA-Abschnitten auf dem Bakterienchromosom darstellt. Ein Operon ist in drei Abschnitte mit unterschiedlichen Funktionen gegliedert.

Der Promotor dient als Bindestelle für die RNA-Polymerase. Auf den Promotor folgt der Operator. Er dient als eine Art Schalter für die Transkription. Kann die RNA-Polymerase den Operator passieren, können die nachfolgenden Strukturgene transkribiert werden. Diese enthalten die eigentliche Erbinformation zur Synthese von beispielsweise im Stoffwechsel benötigten Enzymen und anderen Proteinen. Wird die RNA-Polymerase am Operator blockiert, so können die Strukturgene nicht transkribiert werden und es erfolgt keine Genexpression.

Wie jedoch wird der Operator blockiert bzw. freigegeben, also reguliert? Ein Regulatorgen ist ein in einiger Entfernung von dem eigentlichen Operon liegender DNA-Abschnitt, der ein sogenanntes Repressorprotein (kurz: Repressor) codiert. Wird dieser Repressor in der Proteinbiosynthese synthetisiert, so kann er an den Operator binden und so die RNA-Polymerase blockieren. Der Repressor ist dann aktiv. Bindet der Repressor nicht an den Operator, so kann die RNA-Polymerase die Strukturgene ablesen und die entsprechenden Proteine können in der Translation exprimiert werden. Der Repressor ist in diesem Fall inaktiv.

Substratinduktion – Alles verstanden?

M 7

Aufgabe 1

Ergänzt die passenden Fachbegriffe und/oder markiert die zutreffende Antwort.

Ihr könnt diese Aufgabe auch digital als LearningApp bearbeiten:

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



Ist das abzubauen Substrat *nicht* in der Zelle vorhanden, so ist der Repressor *sehr wohl/nicht* an den Operator gebunden und die Strukturgene *können/können nicht* von der RNA-Polymerase transkribiert werden. Ist das abzubauen Substrat in der Zelle vorhanden, so bindet das Substrat an den _____, der sich daraufhin von dem _____ löst, sodass die RNA-Polymerase die _____ transkribieren kann. Es entsteht eine mRNA, die in der Translation zur Synthese von Enzymen gebraucht wird, welche das Substrat _____. Das Substrat _____ also die Genexpression. Je mehr Substrat abgebaut ist, desto weniger häufig binden Substratmoleküle an den _____ und desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass die RNA-_____ die Strukturgene ablesen kann. In der Folge werden immer weniger Enzyme zum Abbau des _____ synthetisiert, bis es schließlich vollständig abgebaut ist. Nun liegt wieder die Ausgangssituation vor, bei der kein Substrat vorhanden ist und das _____ daher nicht aktiv ist.

Wortspeicher: Substrat, abbauen, dem Operator, Operon, Repressor (2x), Strukturgene, induziert, Polymerase

Aufgabe 2

Korrigiert den von der KI generierten Fehlertext zur Substratinduktion, indem ihr die einzelnen Sätze auf ihre Korrektheit hin überprüft und gegebenenfalls korrigiert.

In Prokaryoten, wie zum Beispiel *E. coli*, wird die Genregulation durch Substratintroduktion gesteuert. Substratinduktion tritt auf, wenn ein Organismus ein spezifisches Substrat benötigt, um ein Gen zu aktivieren. Dies geschieht durch die Bindung des Substrats an den Repressor. Der Repressor ist ein Protein, das normalerweise an den Promotor bindet und die Translation blockiert. Wenn das Substrat vorhanden ist, bindet es an den Repressor und verändert die Konformation des Repressors. Dadurch kann der Repressor nicht mehr an den Operator binden, was zur Inaktivierung des Gens führt.

erstellt von ChatGPT 3.5 am 10.10.2023

