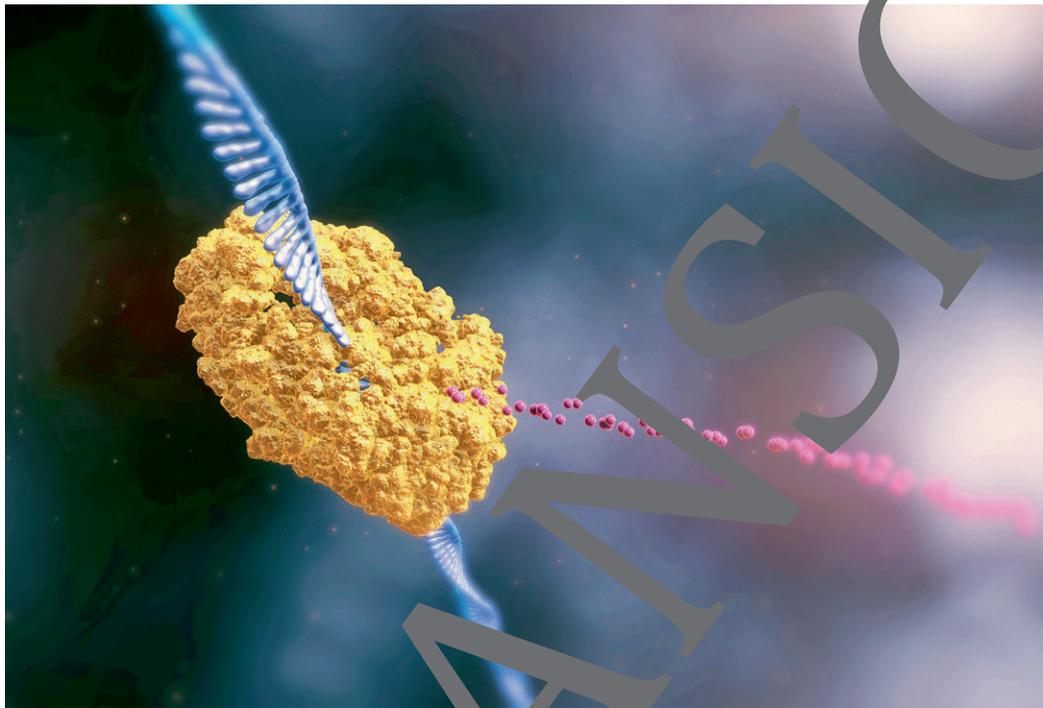


II.B.2.20

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 Endprodukthemmung. Zur Wissensüberprüfung stehen den Lernenden LearningApps zur Korrektur von Fehlertexten von ChatGPT 3.5 und ein Kahoot!-Quiz zur Verfügung. Abschließend präsentieren und bewerten 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, *lac-Operon*, *trp-Operon*, 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 Endproduktthemmung

- 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 Endproduktthemmung
 M 10a/M 10b Genregulation: Endproduktthemmung bei Prokaryoten
 M 11 Endproduktthemmung – Alles verstanden?
 M 12 Endproduktthemmung – Überblick

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

5. Stunde

Thema: Substratinduktion und Endproduktthemmung im Vergleich

- M 13 Vergleich: Substratinduktion und Endproduktthemmung

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 ein sortiertes 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 (Sprache 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 langfristig 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 Anhebelstelle 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 vom 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* wahrscheinlich 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 überprüft und gegebenenfalls korrigiert.

In Prokaryoten wie zum Beispiel *E. coli*, wird die Genregulation durch Substratinduktion 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

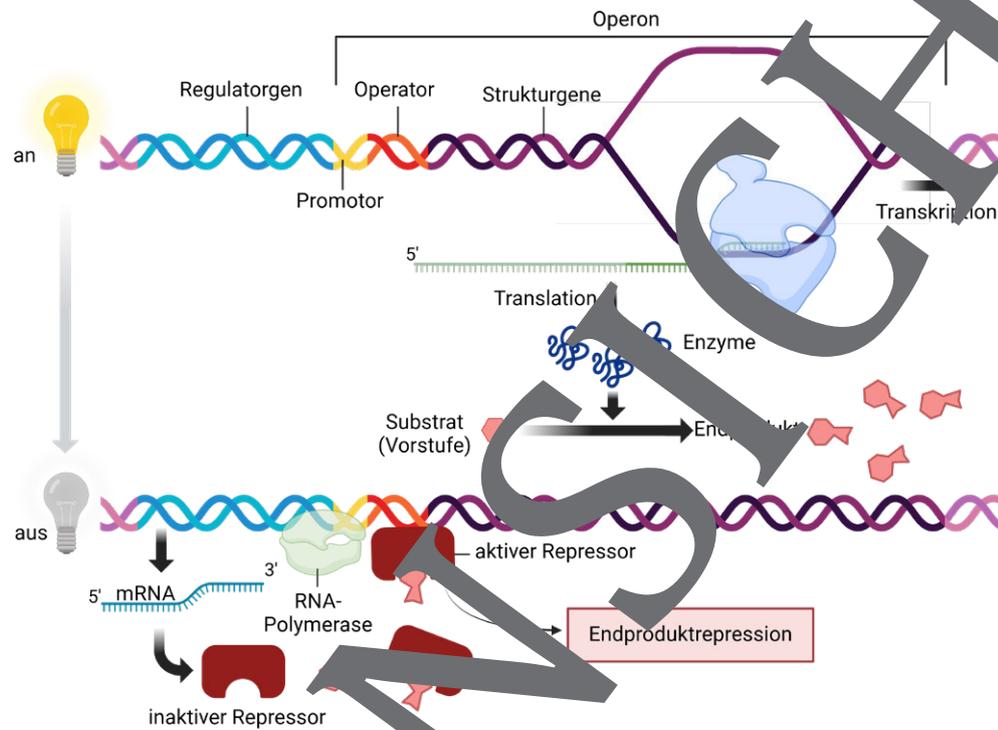
M 12



Endprodukthemmung – Überblick

Aufgabe

Fasst die jeweilige Funktion der einzelnen Strukturen (Operon/Regulatorgen und Repressor) in beiden hier dargestellten Zuständen des Operons (an/aus) in kurzen Sätzen zusammen.



erstellt mit Biorender.com

© RAABE 2024



Hilfekarte

So könnt ihr anfragen:

- Die Abbildung zeigt das ...
- Ist das Operon aktiv, also „angeschaltet“, so ...
- Es entsteht ... der Transkription ...
- ... der Translation ... die fünf verschiedene ... gebildet, ...
- Diese ... bilden aus ... das ... Tryptophan.

Ist ausreichend viel Tryptophan synthetisiert worden,

- ... synthetisierte Repressor
- Dadurch wird ...

Mehr Materialien für Ihren Unterricht mit RAAbits Online

Unterricht abwechslungsreicher, aktueller sowie nach Lehrplan gestalten – und dabei Zeit sparen.
Fertig ausgearbeitet für über 20 verschiedene Fächer, von der Grundschule bis zum Abitur: Mit RAAbits Online stehen redaktionell geprüfte, hochwertige Materialien zur Verfügung, die sofort einsetz- und editierbar sind.

- ✓ Zugriff auf bis zu **400 Unterrichtseinheiten** pro Fach
- ✓ Didaktisch-methodisch und **fachlich geprüfte Unterrichtseinheiten**
- ✓ Materialien als **PDF oder Word** herunterladen und individuell anpassen
- ✓ Interaktive und multimediale Lerneinheiten
- ✓ Fortlaufend **neues Material** zu aktuellen Themen



Testen Sie RAAbits Online
14 Tage lang kostenlos!

www.raabits.de

