Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen

Entwicklung der Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife in den Naturwissenschaften

Lernaufgabe für das Fach Biologie

Kurzbeschreibung

Erklärvideo zur Genregulation

Diese Aufgabe wurde von Fachexpertinnen und Fachexperten der Länder, überwiegend Lehrkräften, entwickelt. Die Aufgabenentwicklergruppe wurde von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Fachdidaktik der Biologie beraten. Das Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen hat den Prozess koordiniert.

Zusammenfassung

In dieser Lernaufgabe wird insbesondere die Kommunikationskompetenz der Lernenden gefördert. Die in Material 1 dargestellten fachbezogenen Sachverhalte zur Genregulation bei Prokaryoten müssen zunächst aufbereitet werden. Die gegebenen Informationen werden hierbei strukturiert, interpretiert und in Form eines Erklärvideos dokumentiert. Die Lernenden müssen in der Lage sein, den Inhalt des Textes unter Verwendung der Fachsprache in eine andere Form zu übersetzen. Dieser Wechsel fördert das fachliche Verstehen und führt zur fachlichen Kommunikation. Die Präsentation der von den Kleingruppen erstellten Erklärvideos führt zum sach- und adressatengerechten fachlichen Austausch. Die Lernenden übernehmen hierbei Verantwortung für das Ergebnis ihrer Teamarbeit (Erklärvideo) und vertreten ihr Ergebnis nach außen. Hierbei werden sowohl der fachbezogene Spracherwerb als auch der wertschätzende Umgang miteinander gefördert.

Anforderungsniveau	grundlegend ☒	erhöht ☐
Kompetenzbereiche und relevante Standards	**Sachkompetenz** Die Lernenden … S 1 beschreiben biologische Sachverhalte sowie Anwendungen der Biologie sachgerecht; S 2 strukturieren und erschließen biologische Phänomene sowie Anwendungen der Biologie auch mithilfe von Basiskonzepten; S 3 erläutern biologische Sachverhalte, auch indem sie Basiskonzepte nutzen und fachübergreifende Aspekte einbinden; S 6 stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen (Molekular- bis Biosphärenebene) dar;	

	S 7 erläutern Prozesse in und zwischen lebenden Systemen sowie zwischen lebenden Systemen und ihrer Umwelt. **Erkenntnisgewinnungskompetenz** Die Lernenden … E 1 beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen; E 13 reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung. **Kommunikationskompetenz** Die Lernenden … **K 5 strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab;** **K 11 präsentieren biologische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien.** **Bewertungskompetenz** Die Lernenden … B 6 beurteilen Möglichkeiten und Grenzen biologischer Sichtweisen; B 7 stellen Bewertungskriterien auf, auch unter Berücksichtigung außerfachlicher Aspekte.
Basiskonzepte	♦ Struktur und Funktion ♦ Steuerung und Regelung
Inhaltsbereich	Vielfalt des Lebens
konkrete Inhalte	Molekulargenetische Grundlagen des Lebens: Genregulation bei Eukaryoten
Materialien	M1: Regulation der Synthese Lactose abbauender Enzyme bei *E. coli* M2: Informationen zur Erstellung von Erklärvideos M3: Feedbackbogen zur Bewertung der Erklärvideos
Bearbeitungszeit	135 bis 180 Minuten
Hilfsmittel	Smartphones oder Tablets
Differenzierungsmöglichkeit	Hilfekarte: Puzzleteile „Lactose-Operon“
experimenteller Anteil	ja ☐ nein ☒

Lernvoraussetzungen	♦ Bau der DNA, Transkription und Translation, Stoffwechselregulation auf Enzymebene ♦ Grundlagen zur Erstellung und Bearbeitung von Videoclips

1 Hinweise zur Durchführung

Durch die Erstellung des Erklärvideos kommt es einerseits zu einem fachlichen Wissenszuwachs der regulatorischen Prozesse bei der Genexpression von Prokaryoten, aber auch zu einer Erweiterung der Kommunikationskompetenz durch die Nutzung digitaler Medien. Die in Material 1 gewonnen Informationen müssen zunächst aufbereitet werden indem sie ausgewertet, vereinfacht und verständlich in einem kurzen Erklärvideo umgesetzt werden. Dies erfordert sowohl eine detaillierte fachliche Einarbeitung als auch Kreativität, um die Inhalte verständlich, unterhaltsam und informativ umzusetzen. Als Differenzierungsmöglichkeit können die Bausteine des Lactose-Operons als Puzzleteile von der Lehrkraft ausgehändigt werden (Hilfekarte). Das Projekt wird von den Lernenden selbstständig in Kleingruppen ausgeführt. Die Arbeit in den einzelnen Gruppen ist in besonderem Maße dazu geeignet, die Team- und Kommunikationsfähigkeit zu steigern. Durch den Einsatz von digitalen Medien (Tablets, Smartphones und ggf. der Umgang mit Videobearbeitungsprogrammen) werden die medialen Kompetenzen der Lernenden vertieft.

Hinweis zum Gegenstand dieser Lernaufgabe

In dieser Lernaufgabe werden die Sach-, Erkenntnisgewinnungs- und Kommunikationskompetenzen der Lernenden gefördert, wobei der Fokus auf der Kommunikationskompetenz liegt. Im Vordergrund steht hier die Darstellung biologischer Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache durch digitale Medien. Die Lernaufgabe ist exemplarisch am Beispiel der Genregulation bei Prokaryoten konzipiert. Es sind aber etliche weitere Inhalte aus verschiedenen Inhaltsbereichen als Gegenstand dieser Aufgabe denkbar. Als Beispiele wären hier Genmutationen oder RNA-Interferenz aus dem Inhaltsbereich „Vielfalt des Lebens“ oder Stoffkreisläufe aus dem Inhaltsbereich „Lebewesen in ihrer Umwelt“ zu nennen. Möglich wäre auch die Erweiterung dieser Lernaufgabe um die Genregulation bei Eukaryoten.

2 Aufgabenstellung

Teilaufgabe 1

Erstellen Sie ein Erklärvideo zur Veranschaulichung des in Material 1 beschriebenen Modells zur Regulation der Synthese der Lactose abbauenden Enzyme in *E. coli* sowohl in Anwesenheit als auch in Abwesenheit von Lactose.

Gehen Sie dabei wie folgt vor:

- Fertigen Sie mit Hilfe von Material 2 eine kurze Skizze / Storyboard an und stellen Sie das Lactose-Operon durch einfache Elemente (Bilder, Symbole, Pfeile usw.) dar.
- Erstellen Sie auf Grundlage ihrer Skizze / Storyboard ein Erklärvideo, das die Regulation der Synthese der Lactose abbauenden Enzyme in An- und Abwesenheit von Lactose darstellt.

Teilaufgabe 2

Formulieren Sie Kriterien zur Bewertung der Erklärvideos. Nutzen Sie dazu Material 3.

Teilaufgabe 3

Bewerten Sie die Videos anhand der von Ihnen formulierten Kriterien in Material 3.

3 Material für Lernende

Material 1

Regulation der Synthese Lactose abbauender Enzyme bei *E. coli*

Das Darmbakterium *Escherichia coli* (*E. coli*) ist evolutiv an die Nährstoffzusammensetzung des Darms angepasst, wo hauptsächlich Glucose als Nahrungsquelle für die Bakterien vorkommt. Die Bakterien sind aber auch in der Lage Lactose als Nährstoffquelle zu nutzen. Lactose ist ein Disaccharid, das aus einem Molekül Glucose und einem Molekül Galactose gebildet wird. In Bakterienkulturen in denen Glucose und Lactose nacheinander als Nährstoffquelle angeboten werden, kommt es beim Wechsel von Glucose zu Lactose zu einer deutlichen Wachstumsverzögerung der Bakterienkultur. Nach einiger Zeit vermehren sich die Bakterien jedoch wieder stärker, wobei dann die Lactose als Nährstoffquelle verbraucht wird.

Die französischen Molekulargenetiker JAKOB und MONOD untersuchten dieses Phänomen genauer. Sie stellten fest, dass die Enzyme für den Glucoseabbau von Beginn an in der Bakterienkultur vorhanden waren, die Enzyme für den Lactoseabbau jedoch erst nach Zugabe der Lactose von den Bakterien hergestellt wurden. Dieser Vorgang, bei dem das Substrat selbst die Herstellung der abbauenden Enzyme herbeiführt, wird als **Induktion** (lat. *inducere*, herbeiführen) bezeichnet. Am Lactose-Stoffwechsel der Bakterien sind drei Enzyme beteiligt, deren Gene direkt hintereinander auf dem ringförmigen Bakterienchromosom codiert sind:

- Das ***lac*-Z-Gen** codiert das Enzym **ß-Galactosidase**, das Lactose in Glucose und Galactose spaltet.
- Das ***lac*-Y-Gen** codiert das Enzym **Lactose-Permease**, das den Transport von Lactose durch die Bakterienmembran katalysiert
- Das ***lac*-A-Gen** codiert das Enzym **ß-Galactosid-Transacetylase**. Die Funktion der ß-Galactosid-Transacetylase ist noch nicht ganz geklärt.

Die *lac*-Gene werden gemeinsam in eine durchgängige mRNA transkribiert. Diese Transkriptionseinheit wird von *E. coli* in die drei Enzym-Polypeptide translatiert. Die *lac*-Gene werden allgemein als **Strukturgene** bezeichnet, weil sie für ein enzymatisch aktives Polypeptid codieren. Der Regulationsmechanismus beginnt mit einem **Regulatorgen**, dessen Genprodukt ein **Repressorprotein** (lat. *reprimere*, unterdrücken) ist und in seiner aktiven Form entsteht. Räumlich entfernt von diesem Regulatorgen befinden sich die drei aufeinanderfolgenden Gene für die Lactose abbauenden Enzyme. Ihnen vorgeschaltet ist ein spezifischer **Promotor**, die Anlagerungsstelle für die RNA-Polymerase. Zwischen dem Promotor und den *lac*-Genen liegt ein weiterer DNA-Abschnitt, der **Operator** (lat. *operare*, handeln). Im aktiven Zustand kann sich das Repressorprotein an diese Operatorregion anlagern und verhindert, dass die RNA-Polymerase die Strukturgene transkribiert und die Lactose abbauenden Enzyme somit nicht hergestellt werden.

Befindet sich jedoch Lactose in der Zelle, verbindet diese sich mit dem Repressorprotein. Aufgrund dessen kommt es zu einer Konformationsänderung und somit Inaktivierung des Repressorproteins, sodass dieser nicht mehr an den Operator binden kann. Die RNA-Polymerase kann ungehindert die Strukturgene transkribieren, die entsprechenden Enzyme werden translatiert und die Lactose abgebaut. So wird sichergestellt, dass nur dann Lactose abbauende Enzyme gebildet werden, wenn auch tatsächlich Lactose vorhanden ist. Die Kontrollregion der Lactose abbauenden Enzyme besteht also aus den DNA-Abschnitten Promotor und Operator. Zusammen mit den Strukturgenen wird diese Einheit als *lac*-Operon bezeichnet. Weil das *lac*-Operon durch das Substrat Lactose induziert wird, wird dieser Vorgang auch als **Substratinduktion** bezeichnet.

Hilfekarte: Puzzleteile „Lactose-Operon“

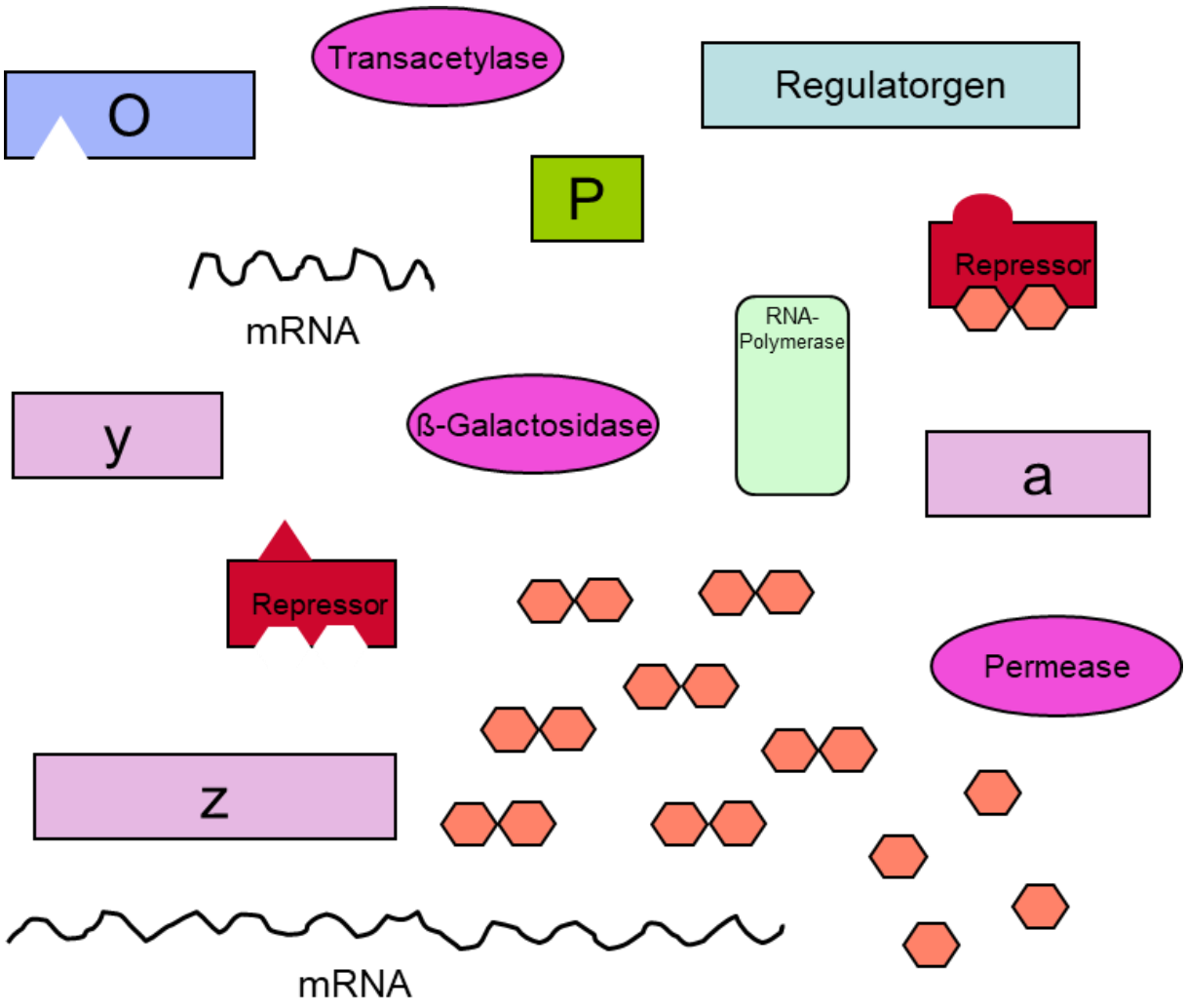

Abbildung 1: Im Auftrag des IQB erstellt, in Anlehnung an Baron et al., 2013.

Material 2

Informationen zur Erstellung von Erklärvideos

Was sind Erklärvideos?

Bei einem Erklärvideo werden den Zuschauern komplexe Zusammenhänge, vereinfacht, verständlich und unterhaltsam anhand eines Kommentators, dessen Ausführungen mit der „Lege-trick-Technik“ visualisiert werden, erklärt. Bei dieser Legetrick-Technik werden Flachfiguren, Bilder oder Symbole auf einen neutralen Hintergrund (z.B. Tonpapier) gelegt und dort bewegt (animiert) und mit einer senkrecht darüber montierten Kamera (Tablet oder Smartphone) gefilmt. Die Bewegung der Objekte erfolgt mit der Hand, wobei häufig die Handbewegung mit gefilmt wird. Szenenwechsel werden oft durch das Zusammenschieben aller Objekte und Entfernen von der Bildfläche markiert.

In Korrelation zum Bild wird aus dem „Off“ gesprochen, seltener werden Musik und Sound-Effekte eingesetzt.

Mit Hilfe des QR-Codes finden Sie ein Beispiel für ein Erklärvideo im Legetrick-Stil: hier wird auf YouTube „Explainity einfach erklärt“ (explainity® Erklärvideos).

Verweis auf: https://www.youtube.com/watch?v=_ZAPIBS2b_A

Wie erstelle ich ein Erklärvideo? – Vorgehensweise bei der Erstellung von Erklärvideos

1. Anfertigung einer kurzen Skizze/Storyboard

Überlegen Sie, anhand welcher einfachen Elemente – Bilder, Symbole, Pfeile, Figuren usw. – das Thema dargestellt werden soll. Diese Elemente werden mit Papier, Stiften und Schere erstellt. Dazu wird ein kurzer Text entworfen bzw. ein vorhandener komplexer Text auf das Wesentliche verständlich reduziert.

2. Festlegen von Rollen im Team

	Rolle	Aufgabe
1	Kameramann / Kamerafrau	Filmen der Fläche frontal von oben mit dem Tablet oder Smartphone
2	Sprecher / Sprecherin	Einsprechen des Textes live beim Dreh (ggf. auch nach dem Dreh)
3	Animateur / Animateurin	Verschieben der Elemente auf dem Tonpapier

3. Anfertigung des Videos und worauf man achten sollte:

Das Video sollte nicht länger als 2 Minuten dauern.

Ein gutes Erklärvideo ist

- technisch sauber produziert (ruckelfrei, keine Störgeräusche, ...).
- verwendet einfache, klare Bilder (Icons, Symbole).
- konzentriert sich auf die Kernaussagen.
- achtet auf die Bild-Ton-Schere, dass sich also Bild und gesprochener Text nicht zu weit voneinander entfernen. Der Clip kopiert im Bild aber auch nicht bloß das gesprochene Wort, sondern schafft es, dass Bild und Text durch Korrelation einander unterstützen

Material 3

Feedbackbogen zur Bewertung der Erklärvideos

Wie war das Video hinsichtlich…				**Begründetes Feedback**

4 Lösungshinweise und Bezug zu den Standards

Es werden folgende Abkürzungen verwandt:

- S 1 – 8 Standards der Sachkompetenz (erste Spalte)
- E 1 – 17 Standards der Erkenntnisgewinnungskompetenz (zweite Spalte),
- K 1 – 14 Standards der Kommunikationskompetenz (dritte Spalte),
- B 1 – 12 Standards der Bewertungskompetenz (vierte Spalte).

1	Erstellen Sie ein Erklärvideo zur Veranschaulichung des in Material 1 beschriebenen Modells zur Regulation der Synthese der Lactose abbauenden Enzyme in E. coli sowohl in Anwesenheit als auch in Abwesenheit von Lactose. Fertigen Sie dazu eine kurze Skizze / Storyboard an und stellen Sie das Lactose-Operon durch einfache Elemente (Bilder, Symbole, Pfeile usw.) dar. Nutzen Sie dazu die in M 2 gegebenen Hinweise zur Erstellung von Erklärvideos.	S 1 2 3 6 7	E 1	K 5 11	B

Die Kleingruppen veranschaulichen die in Material 1 beschriebenen Vorgänge zur Regulation der Synthese der Lactose abbauenden Enzyme ein Erklärvideo in Anwesenheit und in Abwesenheit von Lactose.

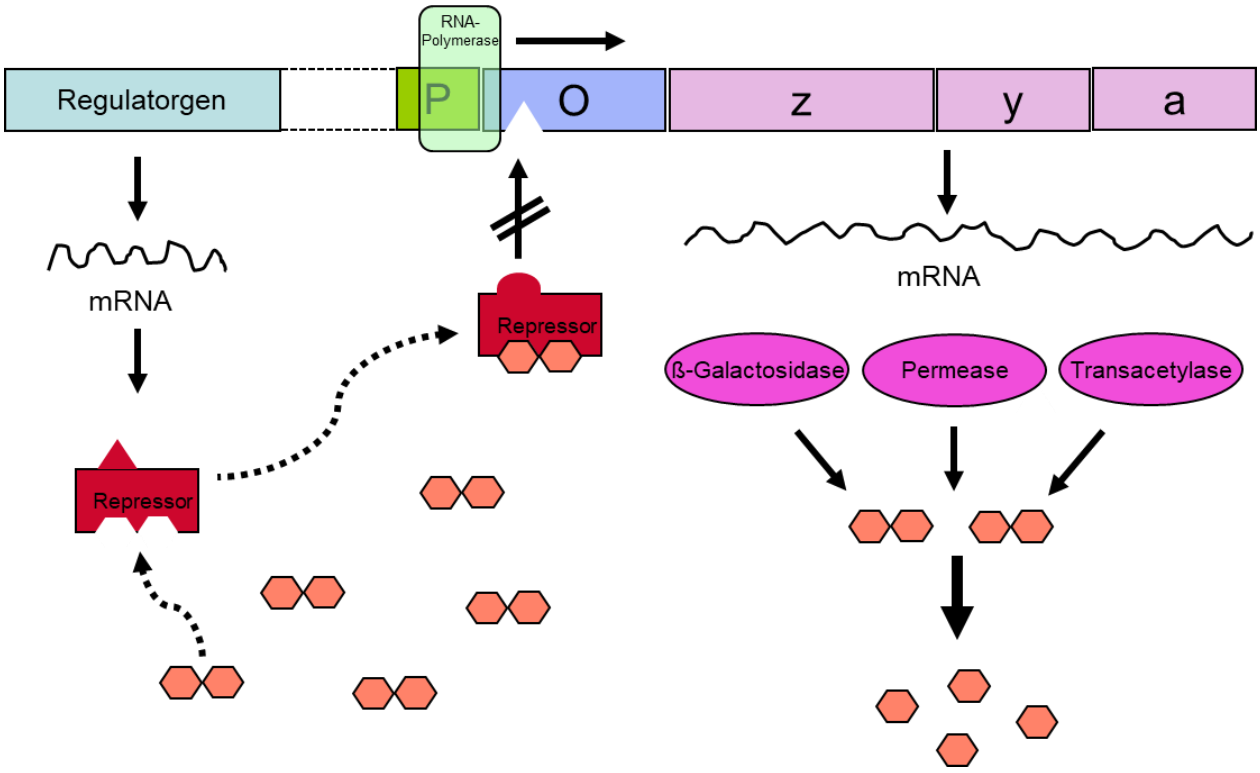

Abbildung 2: Im Auftrag des IQB erstellt, in Anlehnung an: Baron. et al., 2013.

Lösungsvorschlag: das Lactose-Operon in Anwesenheit von Lactose:

Lösungsvorschlag: das Lactose-Operon in Abwesenheit von Lactose

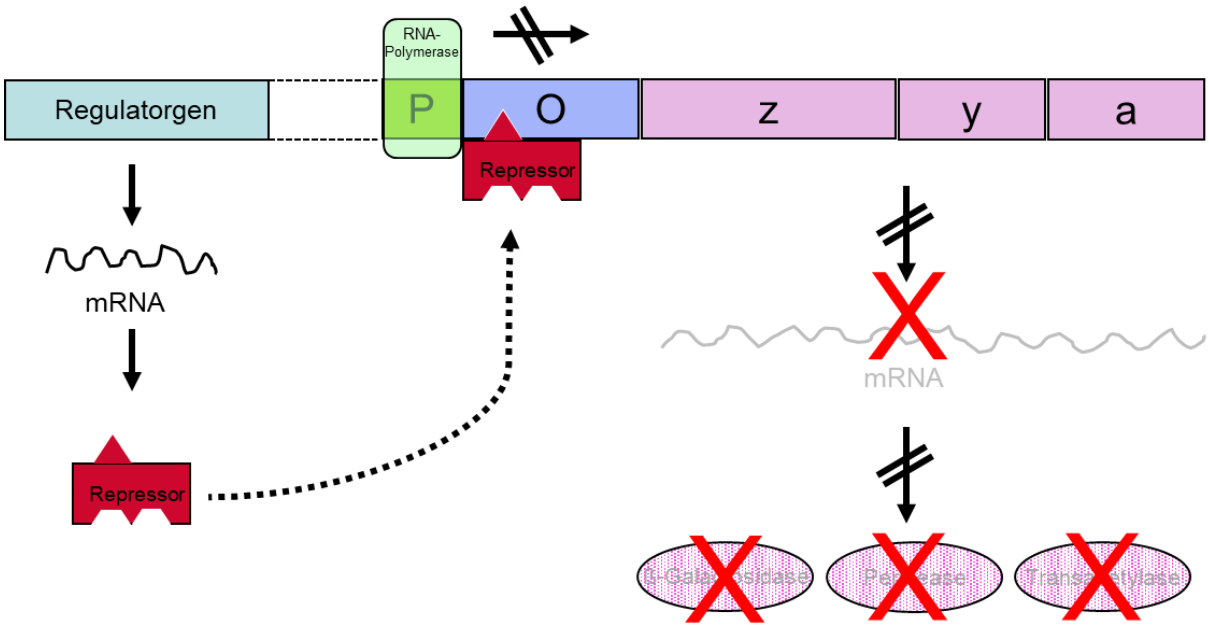

Abbildung 3: Im Auftrag des IQB erstellt, in Anlehnung an Baron et al., 2013.

2	Formulieren Sie Kriterien zur Bewertung der Erklärvideos. Nutzen Sie dazu Material 3.	S	E 13	K	B 7

Mögliche, von den Lernenden formulierte Kriterien:

Wie war das Video hinsichtlich…				**Begründetes Feedback**
Modellumsetzung				
Fachsprache				
Text				
Aussprache (Phonetik)				
Gesamteindruck				
….				

3	Bewerten Sie die Videos anhand der von Ihnen formulierten Kriterien in Material 3.	S	E 13	K	B 6

Die von den Kleingruppen erstellten Erklärvideos werden nach den festgelegten Kriterien bewertet. Jede Gruppe erhält ein konstruktives Feedback zu ihrem Lernprodukt.

5 Quellenangaben

- Material 1:
  Baron, D. et al. (2013): Genetik, Grüne Reihe Materialien S II. Schroedel Verlag, S. 80-81.
- Material 1, Abbildung 1:
  Im Auftrag des IQB erstellt, in Anlehnung an: Baron, D. et al. (2013): Genetik, Grüne Reihe Materialien S II. Schroedel Verlag, 2013, S. 80.
- Material 2:
  In Anlehnung an: Schlegel, F. (2016). Erklärvideos im Unterricht – Einstieg in die Filmbildung mit YouTube-Formaten. Workshop für Lehrkräfte und MedienberaterInnen. FILM+SCHULE NRW, LWL-Medienzentrum für Westfalen, Münster, Version 12/2016. Verfügbar unter: https://www.lwl.org/film-und-schule-download/Unterrichtsmaterial/Erkl%C3%A4rvideos-im-Unterricht.pdf (Zugriff am 23.09.2019)

  Sowie: Planer, K. (2014). Lernen durch Erklären – selbstgedrehte Erklärfilme am Unterrichtsbeispiel „Strategien und Maßnahmen zum Schutz der Erdatmosphäre in Politik und Gesellschaft“. Verfügbar unter: https://www.klett.de/sixcms/detail.php?template=terrasse_artikel_layout_pdf&art_id=1067964. (Zugriff am 23.09.2019)
- Lösungshinweise, Abbildung 2 und 3:
  Im Auftrag des IQB erstellt, in Anlehnung an: Baron, D. et al. (2013). Genetik, Grüne Reihe Materialien S II. Schroedel Verlag, S. 80.