Proteinbiosynthese: Transkription und Translation (leichtere Fassung)

Schritt für Schritt mit Worthilfen, Beispielen und Tipps

So arbeitest du mit diesem Blatt:
• Lies zuerst den Hilfekasten (Wort- und Sacherklärungen). Danach beginnt die Aufgabe.
• Nutze die Satzanfänge und Tipps. Du musst nicht alles allein finden.
• Schreibe in ganzen Sätzen und benutze die Fachwörter.

Kurzer Überblick: In unseren Zellen steht der Bauplan für Proteine in der DNA. Die Zelle liest diesen Bauplan in zwei Schritten ab:
1. Transkription: Von der DNA wird eine Kopie als mRNA gemacht.
2. Translation: Nach der mRNA wird ein Protein gebaut.

Hilfekasten: Wichtige Wörter
• DNA: Der Bauplan der Zelle. Sie liegt im Zellkern.
• mRNA: Eine Arbeitskopie eines Stücks der DNA. Sie wird auch ‚Boten-RNA' genannt.
• Matrize: Eine Vorlage, nach der etwas hergestellt wird.
• Ribosom: Die ‚Protein-Fabrik' der Zelle. Sie liegt im Cytoplasma.
• tRNA: Ein kleines Molekül, das Aminosäuren zum Ribosom bringt.
• Aminosäure: Baustein von Proteinen.
• Polypeptid: Eine lange Kette aus Aminosäuren. Sie faltet sich zu einem Protein.
• Cytoplasma: Der Zellraum außerhalb des Zellkerns.

1 Was ist die Transkription? Beantworte diese drei Fragen:
(1) Was passiert bei der Transkription?
(2) Wo in der Zelle läuft sie ab?
(3) Was ist die Vorlage (Matrize) und was ist das Produkt?

Satzanfänge als Hilfe:
‚Bei der Transkription wird …'
‚Sie läuft im … ab.'
‚Die Vorlage ist …, das Produkt ist …'

2 Was ist die Translation? Beantworte diese drei Fragen:
(1) Was passiert bei der Translation?
(2) Wo in der Zelle läuft sie ab?
(3) Was ist die Vorlage und was ist das Produkt?

Satzanfänge als Hilfe:
‚Bei der Translation wird …'
‚Sie läuft am … im … ab.'
‚Die Vorlage ist …, das Produkt ist …'

Tipp: Die tRNA bringt die Aminosäuren. Die mRNA gibt die Reihenfolge vor.

Hilfekasten: Von der DNA zur mRNA umschreiben
Bei der Transkription wird jede Base der DNA durch eine passende Base in der mRNA ersetzt:
• A (Adenin) in der DNA → U (Uracil) in der mRNA
• T (Thymin) in der DNA → A in der mRNA
• C (Cytosin) in der DNA → G (Guanin) in der mRNA
• G in der DNA → C in der mRNA

Merke: In der RNA gibt es kein T. Dort steht stattdessen U.

3' und 5' sind die beiden Enden eines Strangs. Man sagt ‚Drei-Strich-Ende' und ‚Fünf-Strich-Ende'. Die beiden Stränge laufen gegenläufig (antiparallel).

Gelöstes Beispiel:
Matrizenstrang der DNA: 3'–ATGC–5'
A → U, T → A, G → C, C → G
mRNA: 5'–UACG–3'

3 Der Matrizenstrang eines Gens lautet:
3'–TACGGCATAG–5'
Schreibe die passende mRNA auf. Gehe wie im Beispiel vor.

Tipp 1: Schreibe die DNA-Buchstaben auf. Lege die mRNA-Buchstaben darunter.
Tipp 2: Mache es Base für Base: T → A, A → U, C → G, G → C …
Tipp 3: Die mRNA beginnt am 5'-Ende und endet am 3'-Ende.

4 Warum wird die mRNA immer von 5' nach 3' hergestellt?

Tipp: Die RNA-Polymerase liest den Matrizenstrang in die eine Richtung. Die neue mRNA wächst in die andere Richtung (gegenläufig).

Satzanfang als Hilfe:
‚Die RNA-Polymerase liest den Matrizenstrang von … nach … Die mRNA ist dazu gegenläufig, deshalb wächst sie von … nach …'

Hilfekasten: Wer macht was? (für die nächste Aufgabe)
• Promoter: Ein Abschnitt auf der DNA. Dort fängt die Transkription an.
• Anticodon: Ein Stück auf der tRNA aus drei Basen. Es passt zu einem Codon auf der mRNA.
• Codon: Drei Basen auf der mRNA. Sie stehen zusammen für eine Aminosäure.
• Peptidbindung: Die feste Verbindung zwischen zwei Aminosäuren.

Tipp: Beginne mit den Zuordnungen, die du sicher weißt. Streiche sie in Gedanken ab. Dann bleiben weniger Möglichkeiten übrig.

5 Ordne jedem Begriff die passende Aufgabe zu.

1. RNA-Polymerase	____	A) Drei Basen auf der tRNA, die zum mRNA-Codon passen
2. tRNA	____	B) Startstelle der Transkription auf der DNA
3. Ribosom	____	C) Verknüpft die Aminosäuren durch Peptidbindungen
4. Promoter	____	D) Bringt Aminosäuren zum Ribosom
5. Anticodon	____	E) Liest die mRNA ab und baut die Aminosäurekette
6. Peptidyltransferase	____	F) Stellt die mRNA nach der DNA-Vorlage her

Hilfekasten: Der genetische Code
• Der genetische Code sagt: Welches Codon (drei Basen) steht für welche Aminosäure?
• Degeneriert bedeutet hier: Mehrere Codons können für dieselbe Aminosäure stehen. Beispiel: UUU und UUC stehen beide für Phenylalanin.
• Universell bedeutet: Der Code gilt für fast alle Lebewesen. Bakterien, Pflanzen, Tiere und Menschen benutzen fast denselben Code.
• Punktmutation: Eine einzige Base in der DNA verändert sich.
• Stille Mutation: Die Base ändert sich, aber die Aminosäure bleibt gleich.

6 Erkläre in je ein bis zwei Sätzen:
(1) Was bedeutet ‚degeneriert'?
(2) Was bedeutet ‚universell'?

Satzanfänge als Hilfe:
‚Degeneriert bedeutet, dass …'
‚Ein Beispiel ist …'
‚Universell bedeutet, dass …'

7 Warum ist das für Zellen und Lebewesen wichtig?
(1) Welchen Vorteil hat der degenerierte Code, wenn eine Mutation passiert?
(2) Was sagt der universelle Code über die Verwandtschaft der Lebewesen?
(3) Nenne eine praktische Anwendung des universellen Codes.

Tipps:
• Zu (1): Denke an die stille Mutation. Oft ändert sich die dritte Base eines Codons, und die Aminosäure bleibt gleich.
• Zu (2): Wenn alle denselben Code haben, haben sie wohl einen gemeinsamen …
• Zu (3): Menschen-Insulin wird in Bakterien hergestellt.

Hilfekasten: Mutation in der mRNA untersuchen
Benutze diesen Ausschnitt aus der Code-Tabelle:
• AUG = Methionin (Met), zugleich Startcodon
• CCG = Prolin (Pro)
• CUG = Leucin (Leu)
• UAA = Stopp (hier endet die Translation)

Missense-Mutation: Durch die Mutation entsteht eine andere Aminosäure.

Gelöstes Beispiel (andere Sequenz):
mRNA: 5'–AUG–UUU–UAA–3'
Codons trennen: AUG | UUU | UAA
Übersetzen: Met – Phe – Stopp
Aminosäurekette: Met–Phe

8 Die mRNA lautet 5'–AUG–CCG–UAA–3'.
Teile sie in Codons ein und schreibe auf, welche Aminosäuren entstehen. Nutze den Hilfekasten.

Satzanfang als Hilfe:
‚Die Codons sind … Die Aminosäurekette heißt …‘

9 Jetzt gibt es eine Mutation. Die fünfte Base der mRNA wird verändert: C wird zu U.
So sieht die mRNA dann aus: 5'–AUG–CUG–UAA–3'
Übersetze auch diese mRNA in Aminosäuren.

Tipp: Zähle die Basen: A(1) U(2) G(3) C(4) C(5) G(6) … Die fünfte Base steckt im zweiten Codon.

10 Vergleiche die beiden Aminosäureketten aus 5a und 5b.
(1) Was hat sich verändert?
(2) Welche Folgen kann das für das Protein haben?

Satzanfänge als Hilfe:
‚Statt … steht nun … Das nennt man eine Missense-Mutation.‘
‚Das kann die Form des Proteins …, wenn …‘
‚Es kann aber auch sein, dass …‘

Tipp: Prolin hat eine starre Ringform. Leucin hat eine Seitenkette, die verzweigt ist. Die Form eines Proteins bestimmt seine Funktion.

Hilfekasten: Wahr oder falsch?
• Primer: Ein kurzes Startstück, an dem manche Enzyme (zum Beispiel bei der DNA-Verdopplung) ansetzen.
• Spleißen: Ein Zuschneiden der pre-mRNA. Intron-Teile werden herausgeschnitten, Exon-Teile werden zusammengefügt.
• Intron: Ein Abschnitt, der herausgeschnitten wird.
• Exon: Ein Abschnitt, der in der reifen mRNA bleibt.
• Eineindeutig: Jede Aminosäure hat genau ein Codon.

So gehst du vor: Lies die Aussage genau. Entscheide wahr oder falsch. Schreibe dann einen kurzen Satz als Begründung.

11 Entscheide, ob die Aussagen wahr oder falsch sind. Begründe kurz.

	richtig	falsch
Die RNA-Polymerase braucht ein kurzes Startstück (Primer), um mit der mRNA-Herstellung zu beginnen.	☐	☐
Das Anticodon der tRNA passt zum Codon der mRNA (komplementär).	☐	☐
Die Translation beginnt am Startcodon und endet am Stoppcodon.	☐	☐
Beim Spleißen werden die Introns aus der pre-mRNA entfernt und die Exons verbunden.	☐	☐
Der genetische Code ist eineindeutig: Jede Aminosäure hat genau ein Codon.	☐	☐

Hilfekasten: Prokaryoten und Eukaryoten
• Prokaryoten: Zellen ohne Zellkern (zum Beispiel Bakterien).
• Eukaryoten: Zellen mit Zellkern (zum Beispiel Tiere, Pflanzen, Pilze).
• Prozessierung: Die mRNA wird nach der Transkription ‚fertig gemacht'.
• 5'-Cap und Poly(A)-Schwanz: Schutzkappe am Anfang und Schutzschwanz am Ende der mRNA. Sie machen die mRNA haltbarer.
• Gekoppelt: Zwei Vorgänge laufen gleichzeitig am selben Ort ab.
• Alternatives Spleißen: Aus derselben pre-mRNA entstehen verschiedene mRNAs, weil die Exons unterschiedlich zusammengefügt werden.

12 Beschreibe die Transkription bei Prokaryoten. Gehe auf diese vier Punkte ein:
• Ort
• RNA-Polymerase
• Prozessierung der mRNA
• Zusammenhang mit der Translation (gleichzeitig oder nacheinander?)

Satzanfänge als Hilfe:
‚Der Ort ist …'
‚Es gibt … RNA-Polymerase(n).'
‚Die mRNA wird … prozessiert.'
‚Transkription und Translation laufen …'

13 Beschreibe jetzt die Transkription bei Eukaryoten. Gehe auf dieselben vier Punkte ein (Ort, RNA-Polymerase, Prozessierung, Zusammenhang mit der Translation).

Tipps:
• Eukaryoten haben drei RNA-Polymerasen: Pol I, Pol II und Pol III.
• Zur Prozessierung gehören: 5'-Cap, Poly(A)-Schwanz und Spleißen.
• Denke daran: Die mRNA muss erst aus dem Zellkern heraus.

14 Nenne mindestens zwei Vorteile der eukaryotischen Regulation.

Satzanfänge als Hilfe:
‚Ein Vorteil ist, dass …'
‚Ein weiterer Vorteil ist, dass …'

Tipps:
• Durch die räumliche Trennung kann die mRNA vor der Translation geprüft werden.
• Durch alternatives Spleißen kann ein Gen mehrere Proteine liefern.
• Cap und Poly(A)-Schwanz schützen die mRNA.

Hilfekasten: Fehler vermeiden und korrigieren
Bei der Transkription und Translation können Fehler passieren. Die Zelle hat mehrere ‚Kontrollen':
• Proofreading (Korrekturlesen): Ein Enzym erkennt einen falschen Baustein und entfernt ihn.
• Aminoacyl-tRNA-Synthetase: Ein Enzym, das die richtige Aminosäure an die richtige tRNA hängt. Es kann eine falsche Aminosäure wieder abtrennen.
• Ribosom: Es prüft, ob Codon und Anticodon zusammenpassen. Eine falsche tRNA wird schneller wieder losgelassen.
• Chaperone: Helferproteine, die ein Protein richtig falten.
• Proteasom: Eine ‚Müllabfuhr', die fehlerhafte Proteine abbaut.
• Nonsense-mediated decay (NMD): Fehlerhafte mRNA wird erkannt und abgebaut.

15 Nenne zwei Mechanismen, mit denen die Zelle Fehler bei der Transkription oder Translation verringert. Erkläre jeden Mechanismus in ein bis zwei Sätzen.

Satzanfänge als Hilfe:
‚Ein Mechanismus ist … Dabei …‘
‚Ein zweiter Mechanismus ist … Dabei …‘

16 Warum ist es für die Zelle wichtig, Fehler zu verringern?

Satzanfang als Hilfe:
‚Ohne diese Kontrollen würden … entstehen. Diese könnten …‘

Tipp: Denke an Proteine, die nicht richtig funktionieren oder sogar schädlich sind.

Lösungen

Proteinbiosynthese: Transkription und Translation (leichtere Fassung) · Biologie · Klasse 13

Für dich als Lehrkraft: leichtere Fassung in einer Minute

QR scannen oder lehreule.de/anpassen/proteinbiosynthese-klasse-13 öffnen: kostenloses Konto, dann schreibt Lehreule die leichtere Fassung mit Hilfen — oder Zusatzaufgaben für Schnelle, eine Word-Datei, einen QR-Code für die Klasse.

Aufgabe 1: Bei der Transkription wird von einem Stück DNA (einem Gen) eine Kopie als mRNA hergestellt. Sie läuft im Zellkern ab. Das Enzym RNA-Polymerase stellt die mRNA her. Die Vorlage (Matrize) ist ein DNA-Strang. Das Produkt ist zuerst eine unfertige mRNA (pre-mRNA). Durch das Spleißen wird daraus die reife mRNA.

Aufgabe 2: Bei der Translation wird nach der Vorlage der mRNA ein Protein hergestellt. Sie läuft an den Ribosomen im Cytoplasma ab. Die tRNA-Moleküle bringen die Aminosäuren. Die Aminosäuren werden in der Reihenfolge verknüpft, die die mRNA vorgibt. Die Vorlage ist die mRNA, das Produkt ist ein Polypeptid (Aminosäurekette). Es faltet sich später zum Protein.

Aufgabe 3: Die mRNA lautet: 5'–AUGCCGUAUC–3'.

Rechnung Base für Base:
T → A
A → U
C → G
G → C
G → C
C → G
A → U
T → A
A → U
G → C

Die mRNA beginnt mit AUG. Das ist das Startcodon.

Aufgabe 4: Die RNA-Polymerase liest den Matrizenstrang von 3' nach 5'. Die mRNA ist zum Matrizenstrang gegenläufig (antiparallel). Deshalb wird sie von 5' nach 3' aufgebaut. Das neue Nukleotid wird dabei immer am 3'-Ende der wachsenden mRNA angehängt.

Aufgabe 5: 1 → F, 2 → D, 3 → E, 4 → B, 5 → A, 6 → C

Aufgabe 6: (1) Degeneriert bedeutet, dass mehrere Codons für dieselbe Aminosäure stehen können. Ein Beispiel ist: UUU und UUC stehen beide für Phenylalanin.
(2) Universell bedeutet, dass der genetische Code in fast allen Lebewesen gleich ist (Bakterien, Pflanzen, Tiere, Pilze, Menschen).

Aufgabe 7: (1) Durch den degenerierten Code ändert eine Mutation oft nichts am Protein, zum Beispiel bei einer Änderung der dritten Base eines Codons (stille Mutation). Das schützt die Zelle vor Schäden durch Mutationen.
(2) Der gleiche Code bei fast allen Lebewesen zeigt, dass sie einen gemeinsamen Ursprung (gemeinsame Vorfahren) haben.
(3) Weil der Code universell ist, kann man ein menschliches Gen in Bakterien einbauen. Die Bakterien lesen es richtig ab und stellen zum Beispiel menschliches Insulin her.

Aufgabe 8: Codons: AUG | CCG | UAA
Übersetzung: AUG = Met (Start), CCG = Pro, UAA = Stopp.
Aminosäurekette: Met–Pro

Aufgabe 9: Codons: AUG | CUG | UAA
Übersetzung: AUG = Met (Start), CUG = Leu, UAA = Stopp.
Aminosäurekette: Met–Leu

Aufgabe 10: (1) Statt Prolin (Pro) steht nun Leucin (Leu) an der zweiten Stelle. Das nennt man eine Missense-Mutation. Der Rest (Start und Stopp) bleibt gleich.
(2) Prolin und Leucin sind beide unpolar, sie ähneln sich also in dieser Hinsicht. Prolin hat aber eine starre Ringform, Leucin eine verzweigte Seitenkette. Dadurch kann sich die Form des Proteins ändern, zum Beispiel in einer α-Helix oder einem β-Faltblatt. Wenn die Stelle wichtig ist (zum Beispiel im aktiven Zentrum eines Enzyms), kann das Protein schlechter oder gar nicht mehr funktionieren. Wenn die Stelle nicht wichtig ist, kann die Mutation fast ohne Folgen bleiben.

Aufgabe 11: Die RNA-Polymerase braucht ein kurzes Startstück (Primer), um mit der mRNA-Herstellung zu beginnen. → **falsch**
Das Anticodon der tRNA passt zum Codon der mRNA (komplementär). → **richtig**
Die Translation beginnt am Startcodon und endet am Stoppcodon. → **richtig**
Beim Spleißen werden die Introns aus der pre-mRNA entfernt und die Exons verbunden. → **richtig**
Der genetische Code ist eineindeutig: Jede Aminosäure hat genau ein Codon. → **falsch**

Aufgabe 12: Ort: Prokaryoten haben keinen Zellkern, die Transkription läuft im Cytoplasma ab.
RNA-Polymerase: Es gibt eine RNA-Polymerase für alle Gene.
Prozessierung: Die mRNA wird nicht prozessiert. Sie kann direkt benutzt werden.
Kopplung: Transkription und Translation sind gekoppelt. Sie laufen gleichzeitig am selben Ort ab.

Aufgabe 13: Ort: Die Transkription läuft im Zellkern ab.
RNA-Polymerase: Es gibt drei spezialisierte RNA-Polymerasen (Pol I, Pol II, Pol III).
Prozessierung: Die pre-mRNA bekommt ein 5'-Cap und einen Poly(A)-Schwanz. Außerdem werden die Introns durch Spleißen entfernt.
Kopplung: Transkription (im Zellkern) und Translation (im Cytoplasma) sind räumlich und zeitlich getrennt.

Aufgabe 14: Ein Vorteil ist, dass die mRNA vor der Translation geprüft werden kann, weil Transkription und Translation getrennt ablaufen. Ein weiterer Vorteil ist das alternative Spleißen: Aus einem Gen können mehrere verschiedene Proteine entstehen. Außerdem schützen Cap und Poly(A)-Schwanz die mRNA, sodass sie länger haltbar ist. Mit Enhancern und Silencern kann die Zelle Gene außerdem feiner an- und abschalten. Das ist wichtig für spezialisierte Zellen in Vielzellern.

Aufgabe 15: Mechanismus 1: Proofreading durch die RNA-Polymerase. Das Enzym erkennt, wenn es ein falsches Nukleotid eingebaut hat. Es geht ein Stück zurück und schneidet das falsche Ende heraus. Mechanismus 2: Aminoacyl-tRNA-Synthetasen. Diese Enzyme hängen die richtige Aminosäure an die passende tRNA. Wenn sie eine falsche Aminosäure erwischt haben, trennen sie diese wieder ab.

Weitere mögliche Mechanismen: Das Ribosom prüft die Paarung von Codon und Anticodon. Chaperone helfen bei der Faltung. Das Proteasom baut fehlerhafte Proteine ab. NMD baut fehlerhafte mRNA ab.

Aufgabe 16: Ohne diese Kontrollen würden viele fehlerhafte Proteine entstehen. Sie könnten nicht richtig arbeiten, Abläufe in der Zelle stören oder sogar giftig sein. Die Fehlerkontrolle ist wichtig, damit die Zelle gesund bleibt und die genetische Information zuverlässig weitergegeben werden kann.