

2 Die Zelle — Grundeinheit des Lebens

2.1 Genaues Beobachten hilft beim Lernen

A1 Stellen Sie ein Frischpräparat (z. B. vom Zwiebelhäutchen) her oder arbeiten Sie mit einem bereitgestellten Dauerpräparat. Fertigen Sie eine beschriftete mikroskopische Zeichnung von zwei bis drei Zellen aus dem Ihnen vorliegenden Präparat an.

Individuelle Lösung je nach Präparat (als Vorlage: siehe Abb. 2 auf S. 8)

2.2 Zellorganellen ermöglichen den Stoffwechsel

A1 Fertigen Sie eine beschriftete schematische Zeichnung von einem Ausschnitt aus der Leberzelle in Abb. 1 an.

Individuelle Lösung

A2 Erläutern Sie das Prinzip der Kompartimentierung am Beispiel einer Leberzelle.

Kompartimentierung ist die Aufteilung eines Raumes in Teilräume mit verschiedenen Funktionen. In Zellen existieren von Biomembranen umschlossene Bereiche (Organellen) die verschiedene Funktionen erfüllen. Kompartimente der Leberzelle sind z. B. der Zellkern (beherbergt die DNA, Herstellung ribosomaler RNA), Mitochondrien (Energiebereitstellung) oder das endoplasmatische Retikulum (Herstellung von Proteinen).

A3 Leberzellen haben verhältnismäßig viele Mitochondrien. Erklären Sie das. In den Mitochondrien wird Energie für die Zelle bereitgestellt. Da Leberzellen sehr stoffwechselaktiv sind (Abbau von Substanzen, Speicherung von Nährstoffen u. a.) brauchen sie viel Energie. Eine Leberzelle kann ihren Energiebedarf also nur decken, wenn sie viele Mitochondrien besitzt.

A4 Am Bau der Leber und der Leberzellen wird deutlich, dass bestimmte Strukturen bestimmte Funktionen ermöglichen. Erläutern Sie das auf der Ebene des Organs Leber und der Ebene der Zellorganellen der Leberzellen.

Das Organ Leber besteht u. a. aus Leberzellen die schwammartig angeordnet sind. In den vorhandenen Hohlräumen befinden sich Kapillaren (Struktur). Dadurch entsteht eine große Oberfläche, mit der ein gesteigerter Stoffaustausch zwischen Leberzellen und Blut möglich ist (Funktion).

Leberzellen haben Zellkerne (Struktur). In ihnen ist die DNA gespeichert (Funktion). Das endoplasmatische Retikulum ist stark gefaltet (Struktur). Es steht also viel Fläche für die Produktion von Proteinen zur Verfügung (Funktion).

2.3 Der Zellkern enthält die Erbinformation des gesamten Organismus

A1 Benennen Sie die Strukturen a – e des Zellkerns in Abb. 1 und geben Sie deren Funktionen an.

a: Nucleolus: Herstellung ribosomaler RNS

b: Kernpore: Stoffaustausch zwischen Kern und Cytoplasma

c: Kernhülle: Abgrenzung des Zellkerns vom Cytoplasma

d: Heterochromatin: Speicherung der Erbinformation (inaktiv)

e: Euchromatin: Speicherung der Erbinformation (aktiv)

A2 Zeichnen Sie eine Pflanzenzelle mit den wichtigsten elektronenmikroskopisch sichtbaren Zellbestandteilen um den Zellkern in Abb. 1. Beachten Sie dabei die Größenverhältnisse.

Individuelle Lösung, sichtbar können z. B. sein: Zellwand, Zellmembran, Vakuole, Mitochondrien, Endoplasmatisches Retikulum, Ribosomen, Golgi-Apparat, Chloroplasten.

A3 Vergleichen Sie die Zellen in Abb. 3, die aus dem Meristem durch Zellteilung entstanden sind.

	Zelle Laubblatt	Zelle Sprossachse	Wurzelhaarzelle
Zellform	oval	sechseckig	quaderförmig mit Ausstülpung
Zellwand	vorhanden	vorhanden sehr dick mit Kanälen	vorhanden
Cytoplasma	vorhanden	vorhanden	vorhanden
Zellkern	vorhanden	fehlt	vorhanden
Vakuolen	vorhanden	fehlen	vorhanden
Chloroplasten	vorhanden	fehlen	fehlen

A4 Finden Sie eine mögliche Erklärung für die Entstehung unterschiedlicher Zellen.

Alle Zellkerne der Meristemzellen enthalten die gleiche, vollständige Erbinformation der Pflanze und haben den gleichen Bau. Zur Bildung dieser verschiedenartigen Zellen kann es kommen, wenn in den Zellen nur ein bestimmter Teil der Erbinformation abgelesen und umgesetzt wird. Die anderen Informationen sind vorhanden aber nicht aktiv.

2.5 Moleküle markieren das Ziel von Vesikeltransporten

A1 Beschreiben Sie den Weg eines Proteins von seiner Entstehung bis zur Ausschleusung aus der Zelle mithilfe der Abb. 1.

Das Protein wird durch Ribosomen am rauen ER synthetisiert und in Vesikel verpackt. Diese gelangen zur Empfangsseite des Golgi-Apparats und verschmelzen mit einem Dictyosom. Das Protein ist nun im Inneren des Golgi-Apparats. Hier können Proteine verändert, sortiert und wieder zum Transport in Vesikel verpackt werden. Diese Transportvesikel verschmelzen mit der Zellmembran und die Proteine gelangen aus der Zelle.

A2 Erläutern Sie das Forschungsergebnis der drei Nobelpreisträger mithilfe der Abb. 1.

Vesikel besitzen in ihrer Membran Moleküle, die genau an Moleküle der Zellmembran passen (Schlüssel-Schloss-Prinzip). Bei der Annäherung der Vesikel an die Zellmembran treten diese Moleküle in Kontakt. Im Zwischenraum öffnen sich die Zellmembran und die Vesikelmembran. Beide Membranen verschmelzen. Die Moleküle in der Vesikelmembran werden kurz vor der Verschmelzung durch andere Moleküle in ihrer Form so verändert, dass sie mit den Molekülen der Zellmembran wechselwirken können.

A3 Ein Medikament soll verhindern, dass eine Drüsenzelle zu viel Sekret abgibt. Geben Sie Möglichkeiten an, wie ein Medikament die Ausschüttung der Vesikel bremsen könnte.

Ein Wirkstoff könnte sich an die Moleküle der Zellmembran oder des Vesikels so anlagern, dass die passende Andockstelle blockiert ist.

Ein anderer Wirkstoff könnte die „Hilfsmoleküle“ am Vesikel so beeinträchtigen,

dass die Andock-Moleküle des Vesikels sich nicht abwinkeln und an die Zellmembran binden können.

A4 Stellen Sie eine Hypothese auf, weshalb ein Vesikel nicht mit einem Mitochondrium verschmilzt.

Es gibt keine Moleküle in den Membranen, die miteinander in Wechselwirkung treten können.

2.7 Chromosomen ermöglichen die Verteilung der Erbinformation

A1 Benennen Sie die Teile des Chromosoms in Abb. 1 und geben Sie deren Funktionen an.

a: Chromatid eines Zwei-Chromatid-Chromosoms: Träger der Erbinformation

b: Spindelfaser (Mikrotubuli): Damit werden die Chromatiden an die Zellpole gezogen

c: Centromer: Kontaktzone der Schwesterchromatiden und Ansatzstelle der Spindelfasern

A2 Begründen Sie, dass ein Chromosom vor jeder Zellteilung aus zwei Chromatiden mit der gleichen Erbinformation bestehen muss.

Bei einer Zellteilung entstehen zwei genetisch identische Tochterzellen, die die gesamte Erbinformation der Mutterzelle enthalten. Das funktioniert nur, wenn auf jedem Chromatid des in der Anaphase geteilten Zwei-Chromatid-Chromosoms, die gleiche, vollständige Erbinformation der Mutterzelle vorhanden ist.

A3 Chromosomen können ihre Gestalt wandeln. Sie können kurz und kompakt sein (→ Abb. 2 a) oder lang und fadenförmig (→ Abb. 2 c). Erklären Sie den Zusammenhang von Struktur und Funktion an diesem Beispiel.

In den kurzen kompakten Chromosomen ist die Erbinformation dicht gepackt und kann so leicht in der Zelle bewegt und transportiert werden, z. B.: in der Anaphase.

In langen fadenförmigen Chromosomen ist die DNA zugänglich und kann von Enzymen abgelesen werden. Der Zellkern steuert den Stoffwechsel, kann sich aber nicht teilen.

A4 Ordnen Sie die Chromosomen in Abb. 2 a – c je einem Abschnitt der Zellteilung zu.

a: Anaphase, b: Prophase, c: nach der Cytokinese oder vor der Prophase.

A5 In Abb. 3 sehen Sie einen „Schnappschuss“ einer Mitosephase von einem Fluoreszenz-Mikroskop.

a. Geben Sie die Fachbegriffe für die rot und grün fluoreszierenden Strukturen an.

b. Beschreiben Sie die Vorgänge während dieser Phase.

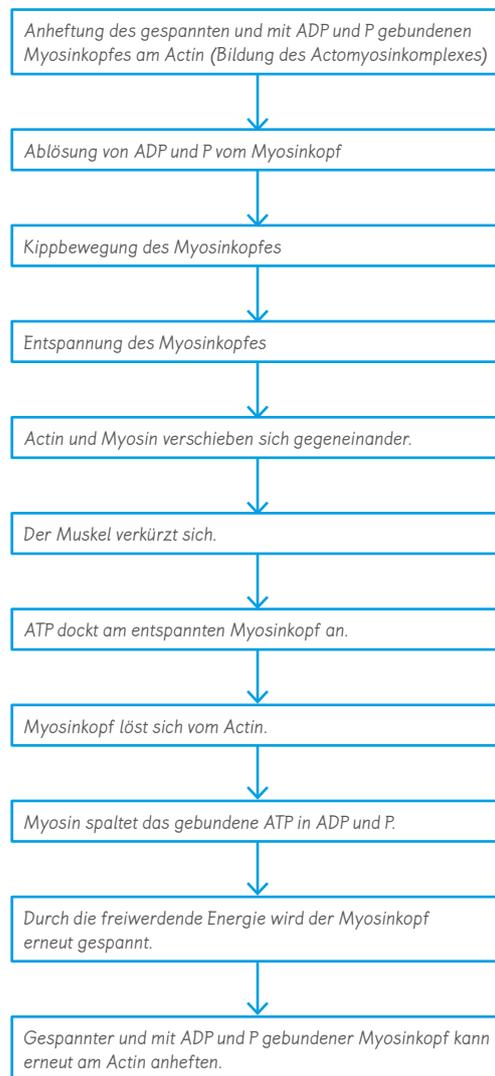
a. rot: Ein-Chromatid-Chromosomen; grün: Spindelapparat

b. Das Bild zeigt das Ergebnis der Anaphase. Die in der Äquatorialplatte liegenden Zwei-Chromatid-Chromosomen werden durch die Spindelfasern mit den Polen der Zellen verbunden. Durch eine Verkürzung der Spindeln werden die Zwei-Chromatid-Chromosomen zu Ein-Chromatid-Chromosomen getrennt und zu den Zellpolen bewegt.

A6 Abb. 4 zeigt die Chromosomen einer menschlichen Zelle in der Metaphase. Um für solche Aufnahmen möglichst viele Zellen zur Verfügung zu haben, geben Forscher Colchicin zu Zellen, die sich gerade teilen. Eine Kernteilung über die Metaphase hinaus kann dann nicht mehr beobachtet werden. Stellen Sie eine Vermutung an, wie Colchicin wirken könnte.

5.9 Die Energiebereitstellung für die Muskelkontraktion hängt von der Sauerstoffaufnahme ab

A1 Stellen Sie den Ablauf der Muskelkontraktion in einem Flussdiagramm dar.



A2 Benennen Sie anhand von Abb. 1 und 2 die Möglichkeiten der ATP-Bereitstellung und beschreiben Sie die zeitliche Reihenfolge, in der sie bei maximaler körperlicher Belastung genutzt werden.

Das für die Muskelkontraktion benötigte ATP kann über unterschiedliche Prozesse bereitgestellt werden. Zunächst wird das frei in den Zellen vorliegende ATP genutzt. Anschließend wird ATP über den Kreatinphosphat-Zerfall freigesetzt. In der im weiteren Verlauf auftretenden Sauerstoffmangelphase wird ATP über anaerobe Stoffwechselprozesse (Milchsäuregärung) bereitgestellt. Wird der Muskel dann durch die erhöhte Herz- und Atemfrequenz ausreichend mit Sauerstoff versorgt, beginnt die aerobe ATP-Gewinnung durch Zellatmung.

A3 Erklären Sie den Kurvenverlauf in Abb. 3 unter Berücksichtigung der Informationen über die ATP-Bereitstellung bei der Muskelkontraktion und erklären Sie den Begriff der Sauerstoffschuld.

Bei starker körperlicher Belastung kann der hohe Bedarf an ATP nicht so schnell gedeckt werden. Damit die aerobe Energiegewinnung über die Zellatmung im Muskel ablaufen kann, muss der erhöhte Sauerstoffbedarf ausgeglichen werden. Dies geschieht über die Erhöhung der Herz- und Atemfrequenz. Bis der Ausgleich erfolgt ist, kann die benötigte Energie über anaerobe Stoffwechselprozesse be-

reitgestellt werden. So entsteht die Sauerstoffschuld, die am Ende der Belastungsphase wieder ausgeglichen wird.

5.9 Können Nahrungsergänzungsmittel zum Muskelaufbau der Gesundheit schaden?

A1 Erläutern Sie die Wirkung von Kreatin und Kreatinphosphat im Stoffwechsel. Kreatinphosphat liefert die Phosphatgruppe zur schnellen Regeneration von ATP aus ADP und P zu Beginn von körperlichen Belastungsphasen, bis der ATP-Bedarf über andere Stoffwechselprozesse gedeckt werden kann. Das zurückbleibende Kreatin kann anschließend wieder zu Kreatinphosphat regeneriert werden. Sowohl Hin- als auch Rückreaktion werden von dem Enzym Kreatinkinase katalysiert, die Prozesse laufen in der Zelle außerhalb des Mitochondriums ab. Folglich stellt Kreatinphosphat eine kurzfristige, schnell abrufbare Energiereserve dar.

A2 Bewerten Sie den Konsum von Kreatin-Präparaten zur Leistungssteigerung. Kreatin ist ein unter normalen Bedingungen im Körper vorkommender Stoff. Er spielt eine wichtige Rolle in der kurzfristigen Energiebereitstellung im Muskel, sodass er für Schnellkraftsportler ein attraktiver „Ergänzungsstoff“ ist. Da der Sportler damit rechnen muss, dass seine Kontrahenten ebenfalls den Aufbaustoff Kreatin konsumieren, baut sich ein psychischer Druck auf, dieses Medikament ebenfalls zu konsumieren. Der Konsum von Kreatin kann jedoch gesundheitliche Nebenwirkungen haben, für die die Konsumenten selbst verantwortlich sind. Da unter Umständen der Körper die Eigenproduktion einstellt, ist der Konsument gezwungen, von da an das Produkt „Kreatin“ weiter zu konsumieren, er wird also körperlich abhängig. Da die körperlichen Schädigungen nicht abzuschätzen sind, ist von einem Konsum von Kreatin zur Leistungssteigerung abzuraten. Hier sind auch die Hersteller von solchen „Nahrungsergänzungsmitteln“ gefordert, deutlicher auf die Gefahren hinzuweisen.

10.3 Die Codesonne ist eine Übersetzungshilfe der Translation

A1 Geben Sie die Aminosäuresequenz für die folgende mRNA-Sequenz an. Beginnen Sie beim Start-Codon:

5' UUAG AUG AGC GAC GAA CCC CUA AAU UUA CCU AGU AGU AGC CAU 3'
Met Ser Asp Glu Pro Leu Asn Leu Pro Ser Ser Ser His

A2 Geben Sie die mRNA- und die Aminosäuresequenz des folgenden Ausschnitts aus der Mitte eines codogenen Strangs der DNA an. Kennzeichnen Sie bei der mRNA das 3'- und das 5'-Ende.

3' CTG GCT ACG GAC CCG CTT CTT CTA 5' codogener Strang der DNA
5' GAC CGA UGC CUG GGC GAA GAA GAU 3' mRNA
Asp Arg Cys Leu Gly Glu Glu Asp

A3 Lässt man den ersten Buchstaben im Beispielsatz „VORDERRNAISTDIEDNA“ weg und behält den Tripletcode bei, wird der Sinn des Satzes entstellt. Erörtern Sie die Konsequenz, wenn in der oben gezeigten DNA-Sequenz (→ Aufgabe 2) die erste Base wegfallen wurde.

Es würde zu einer Leserasterverschiebung kommen, in deren Folge komplett andere Aminosäuren codiert würden.

A4 Übersetzen Sie die folgende Aminosäuresequenz zurück in den DNA-Sinnstrang (nicht codogenen DNA-Strang). Erklären Sie, warum es hier mehrere Möglichkeiten gibt:

Met — Lys — Glu — Phe — Lys — Ser
5' AUG AAA GAA UUU AAG UCG 3' mRNA
5' ATG AAA GAA TTT AAG TCG 3' nicht-codogener DNA-Strang (Sinnstrang)
Für einige Aminosäuren gibt es mehrere Codons. Aus diesem Grund können unterschiedliche Triplets eine Aminosäure codieren. Ein direkter Rückschluss von einer Aminosäure auf ein Triplett ist somit nicht möglich. Die DNA kann unterschiedliche Basenfolgen haben.

10.3 Antibiotika verhindern Transkription und Translation

A1 Benennen Sie die in Abb. 2a farblich dargestellten Strukturen und beschreiben Sie den dargestellten Sachverhalt. Ordnen Sie ihn in den Ablauf der Translation ein.

orange: kleine und große ribosomale Untereinheit zu einem Ribosom zusammengesetzt mit drei t-RNA-Bindungsstellen; grün: tRNA-Moleküle, blaue und orange Ovale: wachsende Polypeptidkette, grüne Kette: mRNA

In Abb. 2 wird die Elongationsphase dargestellt: Gerade wird die wachsende Polypeptidkette von der t-RNA in der mittleren Bindungsstelle auf die tRNA in der dritten tRNA-Bindungsstelle übertragen. Die mRNA wandert nun ein Triplett weiter, sodass die leere tRNA in die Ausgangsstelle und die tRNA mit der Polypeptidkette in der mittleren Bindungsstelle stehe. Nun ist die rechte Bindungsstelle für eine neue tRNA frei, deren Anticodon komplementär zum Codon der mRNA an dieser Stelle ist.

A2 Sortieren Sie die drei in Abb. 1 aufgeführten Antibiotika nach Wirkung in Transkription oder Translation und stellen Sie die direkte Folge der Antibiotika-Wirkung für die Proteinbiosynthese dar. Erörtern Sie, ob Nebenwirkungen für die sie einnehmenden Patienten zu erwarten sind.

Transkription:

Mitomycin verhindert die Auftrennung des DNA-Doppelstranges und damit die Ablesbarkeit des codogenen Stranges → es kann keine mRNA gebildet werden. Es wirkt sowohl bei Pro-, als auch bei Eukaryoten, sodass es auch Nebenwirkungen für Menschen geben kann.

Translation:

Gentamicin verhindert die Entstehung eines funktionsfähigen Ribosoms bei Prokaryoten → die Translation kann nicht beginnen. Da es auf Prokaryoten wirkt, ist ein Schaden für den Menschen quasi nicht zu erwarten.

Cycloheximid bewirkt Funktionslosigkeit der 80S-Ribosomen bei Eukaryoten → es erfolgt keine Translation. Da es spezifisch für Eukaryoten ist, sollte es größere Nebenwirkungen für den Menschen haben.

A3 Werten Sie die Ergebnisse des Versuchs ohne Streptomycin (→ Abb. 3) aus. Stellen Sie unter Einbezug von Abb. 2 b eine Hypothese über die Versuchsergebnisse beim Versuch mit Streptomycin auf. Nutzen Sie dazu eine Codesonne.

Von einer mRNA mit der stetigen Basenabfolge UCUCUCUC kann je nach Ablesebeginn entweder Serin (Codon: UCU) oder Leucin (Codon: CUC) codiert werden. Eine alternierende Kette der beiden Aminosäuren wird in den Versuchsansätzen ohne Streptomycin realisiert.

Zu erwarten wäre bei Zugabe von Streptomycin, dass neben den Aminosäuren Serin und Leucin auch noch weitere Aminosäuren auftreten könnten, wenn auch in geringerer Menge. Die in Abb. 1 b dargestellte Modellvorstellung geht von einer Deformation der mRNA aus, die sich auf die Paarung eines Nukleotids eines Codons auswirkt und zum „Überspringen“ einer Base führt. In Folge ergeben sich auch die Aminosäuren Phenylalanin (UUC) und Prolin (CCU) durch das „Überspringen“ einer Base bei der Abfolge ...CUCUCU...

10.4 Fehlerhaftes Spleißen kann zu Hämoglobinmangel führen

A1 Nennen und beschreiben Sie unter Einbezug von Abb. 2 auf S. 181 im Schülerbuch die Vorgänge, die beim Prozessieren einer prä-mRNA ablaufen.

Unter RNA-Prozessierung werden verschiedene Vorgänge zusammengefasst, die durch Transkription entstandene prä-mRNA in eine reife mRNA verwandelt:

Anhängen der 5'-Cap-Struktur aus modifizierten Guanin-Nucleotiden.

Anhängen eines Poly-A-Schwanzes an das 3'-Ende der prä-mRNA.

Spleißen der prä-mRNA, wobei nicht codierende Introns herausgeschnitten und die verbleibenden Exons miteinander verbunden werden: Aus ein und derselben prä-mRNA können durch alternatives Spleißen mehrere verschiedene reife mRNA-Moleküle entstehen. Dies geschieht dadurch, dass verschiedene Exons und Intron herausgeschnitten und in unterschiedlicher Weise zusammengefügt werden.

A2 Ermitteln Sie die Veränderung in dem in Abb. 2 dargestellten prä-mRNA-Ausschnitt aus dem Ende von Intron 1.

An Position 110 des Introns liegt ein Basenaustausch vor. Ein Guanin ist in der prä-mRNA erkrankter Personen durch ein Adenin ersetzt.

A3 Leiten Sie auf der Basis Ihrer Ergebnisse die Konsequenzen für das β -Globin-Protein ab und erörtern Sie, warum auch 10% der β -Globin-Gene richtig gespleißt werden.

Üblicherweise wird am Ende des Introns nach der Sequenz UUAG geschnitten, die auch entsprechend markiert ist. Durch die Veränderung der Basensequenz um die Position 110 herum entsteht hier eine neue Spleißstelle (UUGG → UUAG). Das Spleißosom scheint bevorzugt diese erste Schnittstelle zu nutzen, was dazu führt, dass das translatierte Protein nicht funktionsfähig ist. Dass 10% der mRNAs richtig gespleißt werden, zeigt, dass das Spleißosom nicht ganz genau arbeitet und auch einmal mögliche Spleißstellen überspringt.

10.7 RNA-Interferenz schützt Pflanzen vor dem Kartoffelkäfer

A1 Beschreiben Sie mithilfe der Abb. 2 und den Informationen aus dem Schülerbuch auf S. 185 die natürliche RNA-Interferenz in Eukaryoten.

Das Häcksler-Enzym, ein RNA schneidendes Enzym, schneidet die dsRNA in kleine Fragmente, die siRNA. Diese werden in Einzelstränge getrennt und an den RISC-Proteinkomplex angelagert. Die siRNA-Stücke dienen durch komplementäre Basenpaarung der Erkennung von Fremd-RNA in der Zelle. Ist die Fremd-RNA an den RISC-Komplex gebunden, wird sie von ihm zerschnitten und damit zerstört. Fremd-Proteine können somit nicht gebildet werden.

A2 Beschreiben Sie anhand der Textinformationen und der Abb. 3 das Vorgehen der Forscher.

Mit der Aufnahme der dsRNA aus den Kartoffel-Chloroplasten in die Käferlarvenzelle wird ihr eigenes RNA-Interferenzsystem gegen sie verwendet. Im Cytoplasma wird die dsRNA durch das Häcksler-Enzym in siRNA zerschnitten. Diese Stücke lagern sich als Einzelstränge an den RISC-Komplex an. Gelangt nun durch normale Proteinbiosynthese der Käferlarve eine mRNA des Zielgens ins Cytoplasma, wird diese durch den RISC-Komplex erkannt und zerschnitten. In Folge dessen kann das für die Käferentwicklung wichtige Protein nicht gebildet werden. Er stirbt.

A3 Durch die Integration der dsRNA in die Chloroplasten der Kartoffelpflanze sterben laut Untersuchungen binnen fünf Tagen alle Käferlarven. Wird die dsRNA jedoch ins Kerngenom der Pflanzenzelle gegeben, sterben die Larven nicht, sondern wachsen nur langsamer. Stellen Sie hierzu eine Hypothese auf. Beachten Sie hierbei, dass Chloroplasten evolutionär durch Endosymbiose aus freilebenden Cyanobakterien entstanden sind. Einzeller besitzen kein eigenes RNA-Interferenz-System. Wird die dsRNA ins Kerngenom integriert, wird sie vom RNA-Interferenzsystem der Pflanze bekämpft, sodass die dsRNA nur in einer geringen Konzentration im Cytoplasma der Kartoffelpflanze vorliegen kann. Dies hat zur Folge, dass beim Fraß nur wenige Kopien der dsRNA im Käfer aufgenommen werden und das Wachstum durch etwas verringerte Proteinbildung verlangsamt wird. Chloroplasten haben hingegen aufgrund ihres Ursprungs aus Einzellern kein RNA-Interferenzsystem, sodass sich hier die gebildeten dsRNA-Moleküle anreichern können.

10.8 Die Ausbreitung von Retroviren lässt sich eindämmen

A1 Beschreiben Sie den Ablauf des Vermehrungszyklus des Retrovirus (→ Abb. 2). Suchen Sie zunächst, zu den in Abb. 2 mit Ziffern markierten Phasen, eine Überschrift und fassen Sie die Abläufe in diesen Phasen in wenigen kurzen Sätzen zusammen.

1: Andocken an die Zielzelle

Ein Protein der Virushülle erkennt in einem Rezeptor seine Andockstelle auf der Oberfläche der Wirtszelle.

2: Fusion der Membranen

Wechselwirkungen zwischen den Membranproteinen bewirken die Fusion von der Virushülle mit der Zellmembran.

3: Entpacken der „Fracht“

Das Capsid des Viruspartikels wird im Zytoplasma der Zelle abgebaut.

4: Reverse Transkription und Integration

Die in Form von Einzelstrang-RNA vorliegende virale Erbinformation wird im Zytoplasma mithilfe der Reversen Transkriptase in Doppelstrang-DNA umgeschrieben. Anschließend wird die DNA des Virus in den Zellkern transportiert und mithilfe des Enzyms Integrase in die zelluläre DNA eingebaut.

5: Transkription/Translation

Die zelluläre RNA-Polymerase stellt mRNAs des viralen Genoms her. Der zelluläre Transkriptionsapparat erzeugt auf Grundlage der mRNA virale Proteine.

6: Zusammenbau und Freisetzung

Neu gebildete virale RNAs und Proteine wandern in Richtung Zellmembran und bilden durch Exocytose neue Virus-Partikel.

A2 Benennen Sie vier mögliche Angriffspunkte für Medikamente im Vermehrungszyklus des Virus. Erklären Sie, wie Medikamente an den gewählten Stellen die Ausbreitung des Virus verhindern oder zumindest verlangsamen könnten.

1: Entryinhibitoren: Ein Rezeptorblocker verhindert, dass das Virus mit seinen Oberflächenmolekülen an die Wirtszelle andockt. Dadurch kommt das virale Erbgut gar nicht erst in die Zelle, es kommt zu keiner Infektion.

2: Reverse-Transkriptase-Hemmer: Das Enzym Reverse Transkriptase wird in seiner Funktion gehemmt, sodass ein Umschreiben der viralen mRNA in DNA nicht möglich ist und so eine Neusynthese viralen Materials unterbunden ist.

3: Integrase-Hemmer: Die synthetisierte virale DNA kann nicht ins Wirtsgenom eingebracht und so auch nicht exprimiert werden.

4: Protease-Hemmer: Die Virusbausteine können nicht passend zurechtgeschnitten werden, sodass keine neuen Viren entstehen können.

10.9 Cholera-Bakterien steuern ihre Giftwirkung mit RNA-Thermometern

A1 Erklären Sie die Schleifenbildung der mRNA in der Regulatorregion.

Die Schleifenbildung kommt dadurch zustande, dass sich komplementäre Bereiche der mRNA durch die Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen paaren.

A2 Beschreiben Sie die in Abb. 1 dargestellten Änderungen der Sekundärstruktur in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur.

Bei 25°C liegt die Regulatorregion der mRNA in einer Schleifenstruktur vor (sog. Stem-Loop-Struktur), in der ein Großteil der mRNA doppelsträngig ist. Die in der Nähe des 5'-Endes liegende 4U-Thermometerstruktur basenpaart mit der ribosomalen Bindungsstelle in der Nähe des 3'-Endes der Sequenz. Bei 37°C haben sich einige der ehemals doppelsträngigen Bereiche voneinander getrennt. Dazu gehört auch der von 4U-Thermometer und Ribosomenbindungsstelle gebildete Bereich. Die Bindungsstelle liegt nun einzelsträngig vor.

A3 Erklären Sie mithilfe von Abb. 1 und den angegebenen Untersuchungsergebnissen die Funktionsweise des RNA-Thermometers und die damit verbundene Regulation der Giftwirkung des Cholera-Bakteriums.

Bei Körpertemperatur (37°C) öffnet sich die Thermometer-Struktur. An der nun freiliegenden Ribosomenbindungsstelle kann das Ribosom an die mRNA binden. Dies ermöglicht die Translation von ToxT. ToxT aktiviert die Bildung des Cholera-Toxins, das den Durchfall hervorruft. Außerhalb des menschlichen Darms ist die Temperatur weit geringer. Das UUUU-Motiv des RNA-Thermometers bildet eine Steam-Loop-Struktur mit der Ribosomenbindungsstelle, sodass kein Ribosom binden kann und die Translation von ToxT unterbleibt.

34.4 Manche Reiz-Reaktions-Kombinationen lassen sich leichter konditionieren als andere

A1 Beschreiben Sie die in Abb. 1a und b dargestellten Ergebnisse der audio-visuellen Tests. Ergänzen Sie die Tabelle in Abb. 2.

Audio-visuelle Tests:

In Abb. 1a wurden vor dem Test ca. 300 Schlucke pro Minute festgestellt, nach den Stromschlägen waren es nur noch ca. 50 Schlucke pro Minute.

Test / Bedingung	Stromschläge	Übelkeit durch Chemikalie
Geschmackstests (gesüßtes Wasser)	Trinkrate unverändert	Trinkrate verringert
audio-visuelle Tests	Trinkrate verringert	Trinkrate unverändert

A2 Deuten Sie die Ergebnisse der beiden Testformen (audio-visuelle Tests und Geschmackstests) im Hinblick auf das Lernverhalten der Ratten und gehen Sie dabei auch auf den Garcia-Effekt ein.

Geschmackstests: Ratten, denen nach dem Trinken von gesüßtem Wasser schlecht wurde, tranken dieses Wasser später weniger, während Ratten, die beim Trinken von gesüßtem Wasser Stromschläge auf die Pfoten erhielten, dieses hinterher nicht mieden. Ungewöhnlich (in diesem Fall süß) schmeckendes Wasser wurde von den Ratten mit Übelkeit in Verbindung gebracht: Neuer Geschmackseindruck in Kombination mit späterer Übelkeit deutet auf unverträgliche Nahrung hin.

Audio-visuelle Tests: Ratten, denen in den audio-visuellen Tests nach dem Trinken von normalem Wasser schlecht wurde, mieden dieses Wasser später nicht. Ratten, die in den audio-visuellen Tests beim Trinken von normalem Wasser Stromschläge auf die Pfoten erhielten, tranken später weniger von diesem Wasser. Die Ratten haben anscheinend die Übelkeit nicht mit den audio-visuellen Eindrücken verknüpft, die Stromschläge jedoch schon. Ungewöhnliche audio-visuelle Eindrücke lassen sich offenbar leichter mit Stromschlägen in Verbindung bringen als mit Übelkeit. Der Garcia-Effekt besagt, dass einige Reiz-Reaktions-Kombinationen besser, andere schlechter konditionierbar sind. Dies ist anscheinend im vorliegenden Experiment der Fall. Die natürlichen Kombinationen veränderter Geschmack/Übelkeit und veränderte Sinneneindrücke/Schmerzen an den Pfoten lassen sich dem Garcia-Effekt entsprechend leichter lernen als die andere getestete Kombination: (veränderter Geschmack/Schmerzen an den Pfoten und veränderte Sinneneindrücke/Übelkeit).

A3 Erläutern Sie, welche Probleme bei der Rattenbekämpfung mit Giftködern auftreten können, falls einzelne Ratten die Vergiftung überleben.

Da Ratten anscheinend Übelkeit und veränderten Geschmack in Zusammenhang bringen, werden sie keinen weiteren Köder mit diesem Geschmack / Geruch fressen. Eine überlebende Ratte kann mit dieser Methode nicht mehr bekämpft werden.

34.5 Soziales Lernen kann bei vielen Tierarten beobachtet werden

A1 Definieren Sie, was in der Verhaltensforschung unter dem Begriff „soziales Lernen“ verstanden wird.

Soziales Lernen: Lernen durch das Beobachten und Nachahmen von Artgenossen.

A2 Beschreiben Sie das in Abb. 1 dargestellte Experiment zu sozialem Lernen bei Kraken.

Einem untrainierten Kraken wird ein verschlossenes Schraubdeckelglas mit einer Krabbe darin ins Aquarium gestellt. Der Krake kann das Schraubdeckelglas nicht öffnen und darum die Krabbe nicht herausholen. Anschließend wird das Schraubdeckelglas wieder entnommen und einem trainierten Kraken ins Aquarium

gestellt. Der untrainierte Krake kann den trainierten Kraken während des Experiments beobachten. → Der trainierte Krake öffnet das Schraubdeckelglas und kann die Krabbe fressen. Dann wird das Schraubdeckelglas wieder entnommen und mit einer frischen Krabbe ins Aquarium des untrainierten Kraken gestellt. → Dieser kann nun das Schraubdeckelglas öffnen und so die Krabbe fressen.

A3 Erklären Sie, aus welchem Grund das Marmeladenglas zunächst in das Becken des untrainierten Kraken gestellt wurde.

Bei diesem Schritt handelt es sich um den Kontrollversuch. Es wird kontrolliert, ob der untrainierte Krake auch ohne Demonstration sofort das Marmeladenglas öffnen kann. In diesem Fall könnte mit den Ergebnissen des eigentlichen Experiments keine Aussage mehr getroffen werden.

A4 Erläutern Sie, inwieweit aufgrund des Experiments von sozialem Lernen gesprochen werden kann.

Da der Krake im Kontrollversuch das Marmeladenglas nicht öffnen konnte, nach dem Beobachten eines Artgenossen jedoch dazu in der Lage war, kann hier von sozialem Lernen gesprochen werden, also von Lernen durch Beobachten und Nachahmen eines Artgenossen.

Hinweis: Videos solcher Versuche sind im Internet zu finden.

34.5 Soziales Lernen kommt häufig bei in Gruppen lebenden Tieren vor

A1 Nennen Sie, z. B. mithilfe des Schülerbuchs, drei Beispiele für soziales Lernen bei unterschiedlichen Tierarten. Begründen Sie, warum soziales Lernen häufig bei in Gruppen lebenden Tieren beobachtet und untersucht wird.

Beispiele aus dem Schülerbuch: Melodien bei Buckelwalen, Waschen von Nahrung bei Rotgesichtsmakaken, Öffnen von Nüssen mit Steinen bzw. Stöcken bei Schimpansen und vieles mehr. Bei in Gruppen lebenden Tieren ist es wahrscheinlicher, dass sie soziales Lernen nutzen, da sie dafür Artgenossen beobachten müssen.

A2 Beschreiben Sie mithilfe von Abb. 2 und 3 den Ablauf des Versuchs zu sozialem Lernen bei Köhlerschildkröten. Stellen Sie eine passende Hypothese und eine Gegenhypothese auf.

Versuchsaufbau: Die beobachtende Schildkröte sitzt in einem Käfig, von welchem aus sie die Demonstrationsschildkröte und die Futterstelle beobachten kann. Die Demonstrationsschildkröte befindet sich auf dem Versuchsgelände. Eine Schüssel mit Futter kann durch einen Zaun von der Demonstrationsschildkröte gesehen, aber nicht direkt erreicht werden. Die Demonstrationsschildkröte geht, entgegen der normalen Gewohnheit der Köhlerschildkröten, zunächst vom Futter weg, um den Zaun herum und gelangt so an das Futter. Danach wird die Demonstrationsschildkröte entfernt und die beobachtende Schildkröte im Versuchsfeld freigelassen.

Hypothese: Köhlerschildkröten sind zu sozialem Lernen fähig.

Gegenhypothese: Köhlerschildkröten sind nicht zu sozialem Lernen fähig.

A3 Werten Sie die in Abb. 3 gezeigten Ergebnisse des Versuchs aus und bewerten Sie Ihre beiden Hypothesen.

Schildkröten 1–4 (ohne Demonstration): Bei keinem der 12 Durchläufe erreichte eine der Schildkröten das Futter.

Schildkröten 5–8 (mit Demonstration): Im Mittel sind 60% der 12 Durchläufe erfolgreich. 2 Schildkröten (5 und 6) erreichten das Ziel fast immer (92 und 100%) und zwei (7 und 8) lediglich in 25 bzw. 17% der Fälle.

Die Hypothese konnte gestützt werden: Köhlerschildkröten sind zu sozialem Lernen fähig. Anscheinend gibt es aber auch große individuelle Unterschiede (92 und

100% vs. 25 bzw. 17%) in der sozialen Lernfähigkeit (oder der Aufmerksamkeit) der Köhlerschildkröten.

A4 Beurteilen Sie, ob Sie auch ohne die Schildkröten 1 bis 4 Ihre Hypothesen bewerten können.

Bei Schildkröten 1–4 handelt es sich um den Kontrollversuch: Ohne den Kontrollversuch würden die Daten dazu fehlen, ob unter den gegebenen experimentellen Bedingungen manche Schildkröten auch ohne Demonstration das Futter erreichen. Ohne diese Daten können die Hypothesen nicht bewertet werden.

35 Kommunikation und Sozialverhalten

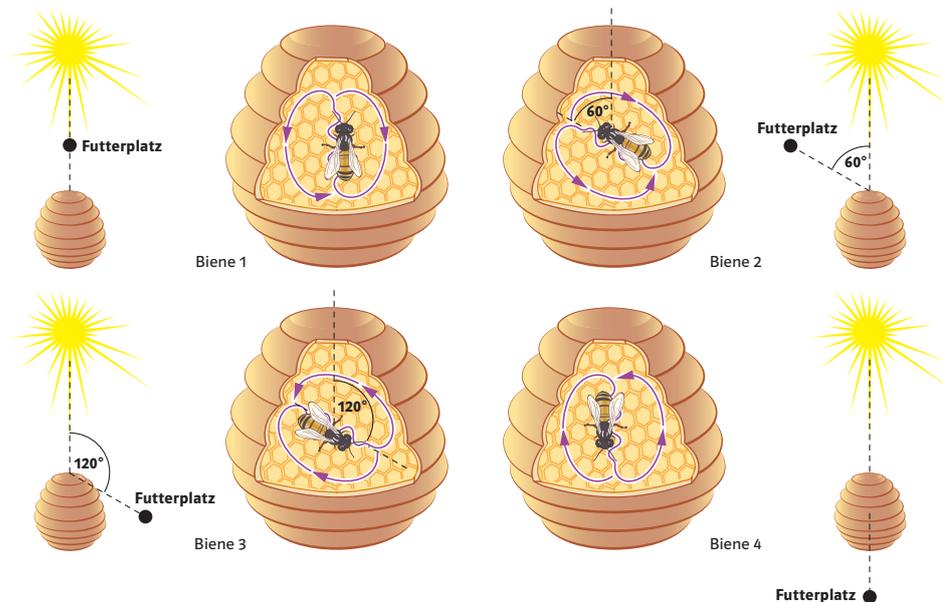
35.1 Der Schwänzeltanz der Bienen vereint unterschiedliche Formen der Kommunikation

A1 Nennen Sie die allgemeinen Bestandteile von Kommunikation und setzen Sie diese in Bezug zum Schwänzeltanz der Bienen.

Tänzerin (Sender) → Schwänzeltanz (Signal) → andere Arbeiterinnen (Empfänger)
 chemische Kommunikation: über die abgegebenen Futtertröpfchen
 akustische Kommunikation: Flügelschlagen
 taktile Kommunikation: Andere Arbeiterinnen berühren die Tänzerin mit den Antennen.

Da es im Bienenstock dunkel ist, erfolgt vermutlich keine bis wenig optische Kommunikation.

A2 Skizzieren Sie mithilfe der Informationen aus dem Schülerbuch (→ 35.1) die relative Lage der vier Nahrungsquellen, von denen die Tänzerinnen in Abb. 1 berichten.



A3 Erläutern Sie, inwieweit Sie mit den in Abb. 1 gezeigten Tanzmustern eine Aussage über die Entfernung der Futterquelle zum Stock machen können. Die Entfernung ist in der Dauer des Schwänzeln codiert. Da in der Abbildung jegliche Zeitangabe fehlt, lässt sich zu der Entfernung keine Aussage machen. Nur die relative Lage der Futterquelle zum Stock kann daraus bestimmt werden.