

2026

Lehrplan

DFG/LFA

Biologie

Gemeinsames Fach / Wahlfach

Klassenstufen 10, 11 und 12

Inhaltsverzeichnis

1	Leitgedanken.....	2
1.1	Bildungsziele.....	2
1.2	Zielsetzungen.....	2
1.3	Methodische Herausforderungen.....	7
1.4	Leistungsbewertung.....	7
2	Klassenstufe 10.....	9
2.1	HORMONE.....	9
2.2	ZELLEN ALS STRUKTURELLE UND FUNKTIONELLE EINHEIT ALLER LEBEWESEN	10
2.3	MOLEKULARE GRUNDLAGEN GENETISCHER INFORMATIONEN: DNA.....	12
2.4	ÜBERTRAGUNG GENETISCHER INFORMATIONEN.....	13
3	Klassenstufen 11 und 12.....	14
3.1	STOFFWECHSEL UND ENERGIEUMWANDLUNGEN.....	15
3.2	ARTENVIELFALT UND ÖKOSYSTEM.....	18
3.3	KOMMUNIKATION IM ORGANISMUS.....	20
3.4	ZELLULÄRE ZUSAMMENARBEIT: BEISPIEL IMMUNSYSTEM.....	22
3.5	EVOLUTION.....	24
4	Operatoren.....	28
5	Anhang.....	31

1. Leitgedanken

1.1. Bildungsziele

Während der drei Schuljahre der Sekundarstufe I wird das gemeinsame Fach Biologie angeboten. Es soll die Schülerinnen und Schüler auf die Anforderungen der Hochschulbildung vorbereiten, indem er ihnen ermöglicht, Kompetenzen, Kenntnisse und Methoden und solide Grundlagen aufzubauen sowie wissenschaftliches Arbeiten und kritisches Denken zu entwickeln. Es ist angebracht, bei seiner Umsetzung den notwendigen Raum für pädagogische Differenzierung zu schaffen.

Das Studium der Biologie, wie auch andere Wissenschaften, ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern zwischen Überzeugungen und wissenschaftlichen Erkenntnissen zu unterscheiden. Der Unterricht der Biologie als gemeinsames Fach soll ihnen ermöglichen, einen wissenschaftlichen Bezug zu Naturphänomenen, der Lebenswelt und Techniken herzustellen. Diese wissenschaftliche Haltung, bestehend aus Einstellungen (Neugier, Aufgeschlossenheit, Hinterfragen eigener Vorstellungen, konstruktiver Umgang mit Fehlern usw.) und Kompetenzen (Beobachten, Experimentieren, Messen, Begründen, Modellieren usw.), ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, zu verstehen, dass das Wissen, das sie erwerben, das sie sich einprägen und das ihnen bereits nützlich ist, zwangsläufig vertieft, überarbeitet und sowohl im weiteren Verlauf ihres Studiums als auch im Laufe ihres Lebens in Frage gestellt werden muss. Die Entwicklung des Lernens in der Biologie ist im experimentellen Ansatz, im Realen und im Konkreten verankert, die in Form von Projekten zu disziplinübergreifenden Themen (mit Physik, Chemie und Technologie) integriert werden sollten. Die Biologie, eine Wissenschaft des Komplexen, ist ebenfalls auf systemische Weise aufgebaut, indem sie sowohl räumliche als auch zeitliche Bezüge herstellt.

1.2. Zielsetzungen

1.2.1. Fachkompetenzen

Die mit den fachlichen Inhalten verbundenen Kompetenzen werden je nach Klassenstufen dargestellt (siehe untenstehende Lerninhalte für die verschiedenen Klassenstufen).

1.2.1.1. Sprachkenntnisse (sprachsensibler Unterricht)

Die Lehrinhalte müssen so abwechslungsreich wie möglich sein, um den Schülerinnen und Schülern möglichst oft die Möglichkeit zu geben, sich spontan in beiden Sprachen zu äußern. Kommunikationssituationen im Unterricht, in der Schule oder außerhalb der Schule müssen es den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, verschiedene Register der gesprochenen und geschriebenen Sprache zu verstehen und diskursive Fähigkeiten zu entwickeln, um zu beschreiben, zu erklären, zu rechtfertigen, zu argumentieren, zu diskutieren, zu debattieren, wissenschaftliche Argumente und Entscheidungen zu tragen, zu bewerten und in beiden Schulsprachen angemessen zu handeln.

Die Vielfalt der im Rahmen des Biologieunterrichts in beiden Sprachen verwendeten Materialien bestehend aus authentischen wissenschaftlichen Artikeln oder sehr wenig didaktisierten Artikeln – Texte, Grafiken, Diagramme, Tabellen, ikonografische Dokumente, Versuchsergebnisse usw.)

– soll es den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, ihre Strategien zum Verständnis von Sachtexten zu üben. Die unterschiedlichen Darstellungsweisen biologischer Phänomene, Strukturen, experimenteller Ergebnisse, usw., mit denen die Schülerinnen und Schüler konfrontiert werden, fördern ihre kritische Reflexion über Sprache. Durch die Durchführung und Verbalisierung der Schritte wissenschaftlicher Vorgehensweisen und Verfahren, sollen es den Schülerinnen und Schülern ermöglicht werden, ihre Diskursfähigkeit zu stärken. Gleichzeitig ermöglichen der spezifische Wortschatz und die Besonderheit des wissenschaftlichen Ausdrucks eine Vertiefung der Spracherwerbs unter besonderer Berücksichtigung des Unterschieds zwischen Französisch und Deutsch hinsichtlich der Art und Weise, wie diese beiden Sprachen wissenschaftliche Konzepte präzisieren (Deutsche zusammengesetzte Wörter und französische Periphrasen).

Die Zusammenstellung eines Korpus, das Dokumente in Englisch, einer internationalen Wissenschaftssprache oder sogar in anderen Sprachen, die der einen oder anderen der beiden Unterrichtssprachen nahestehen, integriert, soll die Schüler dazu bringen, ihr mehrsprachiges Repertoire bei der Durchführung wissenschaftlicher Aktivitäten zu nutzen.

1.2.2. Fachübergreifende Kompetenzen

1.2.2.1. Kognitive und prozedurale Kompetenzen

Ziel des Biologieunterrichts ist es, den Schülerinnen und Schülern eine Reihe grundlegender kognitiver Kompetenzen zu vermitteln. Dazu gehören ein sorgfältiges Betrachten, das es den Schülerinnen und Schülern ermöglicht, Elemente in biologischen Strukturen und natürlichen Prozessen zu erkennen, sowie die Fähigkeit, gedanklich zwischen den verschiedenen Organisationsebenen des Lebens unterschiedlicher Größenordnungen zu wechseln. Kritische Analysen sind ebenfalls von grundlegender Bedeutung und ermutigen die Schülerinnen und Schüler, experimentelle Daten zu auswerten und logische Schlussfolgerungen zu ziehen. Systemisches Denken ist in der Biologie besonders wichtig, da es den Schülerinnen und Schülern ermöglicht, die komplexen Wechselwirkungen innerhalb von Ökosystemen und Organismen zu verstehen. Darüber hinaus stimuliert das Formulieren von Hypothesen und das Planen von Experimenten die wissenschaftliche Kreativität und methodische Genauigkeit. Schließlich hilft die Fähigkeit, abstrakte Konzepte wie zelluläre Prozesse oder Evolution zu modellieren, den Schülerinnen und Schülern, Phänomene zu visualisieren und zu verstehen, die nicht direkt beobachtbar sind. Sobald diese Fähigkeiten erlernt sind, sind sie nicht auf die Biologie beschränkt, sondern können auf andere wissenschaftliche Bereiche und die Problemlösung im täglichen Leben übertragen werden. Im Fach Biologie werden Schülerinnen und Schüler dabei unterstützt, schrittweise fundierte fachliche Kompetenzen zu erwerben, die ihnen sowohl bei der Berufswahl als auch bei einer akademischen Laufbahn von Nutzen sein werden.

Im Biologieunterricht ist es von entscheidender Bedeutung, bei den Schülerinnen und Schülern die für die wissenschaftliche Arbeitsweise wesentlichen prozedurale Kompetenzen zu fördern. Zu diesen Kompetenzen gehört die Fähigkeit, Hypothesen zu formulieren, Experimente zu planen und durchzuführen, sorgfältig zu beobachten, Daten zu sammeln und zu analysieren und auf der Grundlage von Erkenntnissen Schlussfolgerungen zu ziehen. Die Schülerinnen und Schüler lernen zudem, wie man Laborgeräte richtig nutzt, Versuchsprotokolle befolgt und Si-

cherheitsvorschriften einhält. Ebenso wichtig ist die Beherrschung zahlreicher Techniken (computergestütztes Experimentieren, Nutzung von Datenbanken, biochemische Labortechniken, Verwendung von Mikroskopen, Durchführung von Präparationen, Probenvorbereitung usw.). Darüber hinaus sind Fähigkeiten zur wissenschaftlichen Dokumentation, wie das Führen eines Laborbuchs, das Anfertigen präziser Diagramme und das schriftliche und mündliche Verfassen wissenschaftlicher Arbeiten unerlässlich. Schließlich vervollständigt die Fähigkeit, Ergebnisse effektiv zu kommunizieren und an konstruktiven wissenschaftlichen Diskussionen teilzunehmen, diese für eine fundierte Ausbildung in Biologie unerlässlichen prozedurale Kompetenzen.

1.2.2.2. Digitale und technische Kompetenzen

Durch den gezielten und durchdachten Einsatz digitaler Werkzeuge und Medien können Lehr- und Lernprozesse unterstützt, bereichert und neu geprägt werden. Bei der Gestaltung des Unterrichts muss die Medienerziehung berücksichtigt werden.

Digitale Werkzeuge können insbesondere zur Literaturrecherche, Datenerfassung und -analyse, zur Modellierung, zur Recherche und zur Präsentation von Ergebnissen aus von den Schülerinnen und Schülern durchgeführten Experimenten eingesetzt werden. Darüber hinaus sollten eine kritische Quellenbewertung und Prüfung des Urheberrechts erfolgen.

Digitale Tools können zudem kollaborative Ansätze zwischen Schülerinnen und Schülern und deren Kommunikation mit externen Partnern fördern.

Der Einsatz von KI in der Bildung wird es den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, KI-Technologien verantwortungsvoll, umsichtig und ethisch zu nutzen.

1.2.2.3. Selbstmanagement, Orientierung und Teamfähigkeit

Eine solide Verbindung zwischen Einzelarbeit und Gruppenarbeit soll jeder Schülerin bzw. jedem Schüler ermöglichen, sein mehrsprachiges und interkulturelles Repertoire und sein Wissen zur Erfüllung der gestellten Aufgaben zu nutzen und in einen Dialog mit Mitschülerinnen und Mitschülern über ein Unterrichtsthema zu kommen. Der kooperative Ansatz, der den Schülerinnen und Schülern die Verantwortung für die Durchführung eines Teils der gemeinsamen Arbeit überträgt, trägt zur Stärkung des Selbstwertgefühls und des Zugehörigkeitsgefühls zu einer Gruppe bei.

Diese Kompetenzen sollen die Schülerinnen und Schüler dazu befähigen, 1. ihre wissenschaftliches Arbeiten selbst zu organisieren, 2. dieses kritisch zu begleiten und 3. es im Team durchzuführen:

1. Die Schülerinnen und Schüler können

- Informationen analysieren, strukturieren und entsprechend der Zielgruppe sinnvoll präsentieren (Mediation)
- Informationen aus Texten, experimentellen Daten, Diagrammen, Mindmaps, Tabellen und symbolischen Darstellungen (chemischen Gleichungen) in andere Darstellungsformen überführen, um sie besser zu verinnerlichen und an Dritte weiterzugeben
- Methoden und Ergebnisse biologischer Beobachtungen, Untersuchungen und Experimente in geeigneter Form darstellen und begründen
- zwischen Umgangssprache und Fachsprache unterscheiden und wissenschaftliche Begriffe angemessen verwenden.

2. Die Schülerinnen und Schüler können

- biologische Fakten in verschiedenen Kontexten erkennen,
- Entscheidungen, Maßnahmen und Verhaltensweisen auf der Grundlage von Fachwissen und unter Berücksichtigung verschiedener Perspektiven diskutieren und bewerten,
- die Bedeutung, den Umfang und die Grenzen wissenschaftlicher Anwendungen beurteilen.

3. Die Schülerinnen und Schüler können:

- sich selbst und andere in ihrer Individualität erkennen
- die Verantwortung für Ihre Arbeit und die der Gruppe übernehmen, gemeinsam planen, strukturieren, die Ergebnisse reflektieren und bewerten.

Darüber hinaus sollen auch allgemeine Ziele der Gesellschaft entwickelt werden: Motivation, Zuverlässigkeit, Autonomie, Verantwortungsbewusstsein, Toleranz und Teamfähigkeit.

Um den Selbstausdruck in der Sprache des Partners zu fördern, zielen die Lehrmethoden ausdrücklich auf demokratische Kulturkompetenzen ab, insbesondere auf:

- Werte: Stärkung der demokratischen Meinungsäußerung der Schülerinnen und Schüler (Diskussion auf der Grundlage wissenschaftlicher Argumente);
- Einstellungen: Förderung der Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler, indem ihnen Verantwortung gegenüber anderen übertragen wird;
- Kritisches Denken: Entwicklung einer differenzierten Sicht auf die Welt (Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den wissenschaftlichen Ansätzen beider Länder);
- Fähigkeiten: Bevorzugung kollaborativer Ansätze sowohl beim Einüben als auch bei der Bewertung.

1.2.2.4. Bürgerliche und demokratische Kompetenzen

Ganz allgemein basiert der Fortschritt der Schülerinnen und Schüler im Wesentlichen auf der expliziten Verknüpfung zwischen formellen (im Klassenzimmer), informellen (in der Schule) und nicht formalen (außerhalb der Schule) Bildungsräumen. Dabei geht es darum, kooperative Ansätze zwischen Schülerinnen und Schülern (Partnerarbeit und Bildung deutsch-französischer Gruppen) zu fördern und Situationen vorzusehen, in denen die Schülerinnen und Schüler verhandeln und eine gemeinsame Entscheidung treffen müssen. Wissenschaftliche Partnerschaftsprojekte mit Vereinen/Organisationen, der Wirtschaft, Forschungszentren und Museen, sowohl im sprachlichen als auch im kulturellen Bereich, sollten den Schülerinnen und Schülern auch möglichst viele Möglichkeiten bieten, sich mit der Sprache und Kultur des Partners auseinanderzusetzen und ihm im Sinne einer starken Eigenverantwortung ihre eigene Sprache und Kultur näherzubringen.

Die Bereiche Gesundheit, Biotechnologie, Bioethik, Umwelt und nachhaltige Entwicklung sind von wachsender gesellschaftlicher, wirtschaftlicher und individueller Bedeutung. Die Biologie ist eine hochgradig integrative Disziplin, die naturwissenschaftliche und technische Disziplinen mit den Sozial- und Geisteswissenschaften verbindet. Die Biologie trägt zum Selbstverständnis des Menschen als Teil der belebten Natur bei. Aktuelle Erkenntnisse aus den Bereichen Gesundheit und Ernährung, Biotechnologie und Gentechnik, Ökologie und Reproduktionsmedizin haben unmittelbare Auswirkungen auf die Art und Weise, wie wir unser persönliches Leben gestalten. Für

viele Fragen von gesellschaftlichem Interesse sind erworbene Kenntnisse in der Biologie Voraussetzung für fundierte individuelle und kollektive Entscheidungen. Sie fließt in politische Diskussionen ein und hilft, Entscheidungen zu zentralen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts zu treffen.

Fachwissen in der Biologie bildet die Grundlage für Reflexionen über den Platz des Menschen im Lebendigen, über sich selbst und seine Beziehungen zur Umwelt. Die Biologie bietet Inspiration zum Nachdenken über den Einfluss wissenschaftlicher Erkenntnisse auf die Weltanschauung der Menschen und die Rolle, die sie darin spielen.

1.2.2.5. Deutsch-französische, europäische und internationale Kompetenzen

Durch den Unterricht in den vollständig integrierten Fächern in den Klassenstufen 11 und 12 an Deutsch-Französischen Gymnasien stärken die Schülerinnen und Schüler ihre Fähigkeit, ihr mehrsprachiges Repertoire zu nutzen – eine Fähigkeit, die in Situationen, denen sie in verschiedenen, insbesondere internationalen Kontexten, im Laufe ihres Hochschulstudiums sowie ihres persönlichen und beruflichen Lebens begegnen werden, von besonderem Wert ist.

Kenntnisse über sprachliche Prozesse und entsprechend der Bildungstradition unterschiedliche Herangehensweisen an technische und naturwissenschaftliche Fragestellungen fördern das Verständnis für die Kultur des Partners und die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, als Vermittler zu fungieren.

Im Laufe des fachlichen Lernens, der Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen, gesellschaftlichen und fächerübergreifenden Fragestellungen zu den großen Herausforderungen der heutigen und der zukünftigen Welt, die die Biologie berührt, durch die Anwendung vielfältiger wissenschaftlicher Ansätze und die Auseinandersetzung mit der Wissenschaftsgeschichte, die es ihnen ermöglicht zu unterscheiden, was Wissenschaft ist und was eine Meinung oder eine Überzeugung, und dank der kommunikativen Kompetenzen, die der DFG-Lehrplan den Schülerinnen und Schülern auf einem eigenständigen Niveau vermittelt, erwerben die Schülerinnen und Schüler eine starke Fähigkeit, in der Gesellschaft, in der sie leben, wirksam zu handeln, als Vermittler wissenschaftlicher Kultur zu fungieren und kritisches Denken anzuwenden. Sie können so wirksam zur Aufklärung der Gesellschaft, in der sie leben, und zur Bekämpfung von Vorurteilen und Falschinformationen beitragen, die das Zusammenleben in demokratischen Gesellschaften beeinträchtigen.

Zu den Hauptthemen gehören:

- Bildung für nachhaltige Entwicklung
- Erziehung zu Toleranz und Akzeptanz von Vielfalt
- Prävention und Gesundheitsförderung
- Berufliche Orientierung
- Medienerziehung
- Verbrauchererziehung
- Vermeidung von Risiken
- Aufbau von Bürgerrechten

1.3. Methodische Herausforderungen

Der Lehrplan Biologie ist das Ergebnis einer deutsch-französischen Zusammenarbeit. Er umfasst Inhalte verschiedener Bildungsgänge und zielt darauf ab, deutschen und französischen Schülerinnen und Schülern eine Grundausbildung in Biologie zu bieten, die auf die jeweiligen pädagogischen Konzepte abgestimmt ist.

Die vollständige Integration französisch- und deutschsprachiger Schülerinnen und Schüler erfordert ein größeres Gewicht der sprachlichen Arbeit. Dazu gehört das Kennenlernen fachspezifischer Ausdrücke zur Beschreibung biologischer Strukturen und Funktionen, aber auch das Üben allgemeiner Ausdrücke aus den Bereichen wissenschaftlicher Argumentation und Versuchsplanung.

Der Unterricht des gemeinsamen Fachs, projektorientiert konzipiert, stützt sich auf authentische und vielfältige Ressourcen, die so eingesetzt werden, dass die Schülerinnen und Schüler in eine reflexive Situation versetzt werden, wobei unterschiedliche Arbeitsformen – sowohl individuell als auch in Gruppen – zum Einsatz kommen. Um den Schülerinnen und Schülern zu ermöglichen, die Nuancen und Zusammenhänge der den Untersuchungen und Ansätzen zugrunde liegenden wissenschaftlichen Ressourcen zu erkennen und so ihr kritisches Denken zu schulen, ist es von entscheidender Bedeutung, den Austausch von Arbeitsergebnissen zu fördern, sodass diese sich gegenseitig ergänzen. Die Schülerinnen und Schüler können angeregt werden, Recherchen durchzuführen und ihre Mitschülerinnen und Mitschüler daran teilhaben zu lassen. Die Fähigkeit, über Forschungsergebnisse und Experimente zu berichten und deren Bedeutung über den bloßen Austausch von wörtlichen Informationen hinaus zu erläutern, erfordert von den Schülerinnen und Schülern die Fähigkeit, eine sachliche Analyse im Sinne ihrer wissenschaftlichen Kenntnisse durchzuführen.

1.4 Leistungsbewertung

Im Laufe des Lernprozesses soll die Leistungsbewertung es ermöglichen, regelmäßig zu beurteilen, inwieweit die Schüler in der Lage sind, experimentelle Methoden anzuwenden, Hypothesen aufzustellen und zu überprüfen, Ergebnisse auszuwerten und Modelle zu nutzen. Darüber hinaus werden Kommunikationsfähigkeiten bewertet, darunter die Fähigkeit, Informationen zu analysieren, zu strukturieren und argumentativ darzustellen sowie wissenschaftliche Terminologie korrekt zu verwenden. Dabei wird die Qualität der verwendeten Sprachen Deutsch und Französisch in Wort und Schrift berücksichtigt. Schließlich soll durch die Beurteilung sichergestellt werden, dass die Schülerinnen und Schüler biologische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen, auf der Grundlage ihres Wissens Schlussfolgerungen ziehen und Entscheidungen bewerten sowie die Bedeutung und Grenzen wissenschaftlicher Anwendungen einschätzen können.

Die verschiedenen Formen der Beurteilung sollten zu einer transparenten und positiven Umgang mit den Lernergebnissen der Schülerinnen und Schüler beitragen. Die summative Evaluation soll es ermöglichen, alle Erfolge der Schülerinnen und Schüler, auch Zwischenziele, anzuerkennen. Die Bewertungskriterien müssen ihnen bekannt sein und es ermöglichen, ihre Fortschritte hervorzuheben. Die Würdigung gemeinsamer Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler ist ebenso wichtig wie die Berücksichtigung individueller Erfolge.

Eine regelmäßige Überprüfung der Lernfortschritte der Schülerinnen und Schüler erfolgt durch direkte Beobachtung der Schülerinnen und Schüler während des Unterrichts. Somit kombinieren die Bewertungsmethoden die speziell für die Bewertung vorgesehene Zeiträume mit der Bewertung durch Beobachtung der Schülerinnen und Schüler während des Unterrichts. Im Fach Biologie wird die Bewertung der im experimentellen Bereich eingesetzten Fähigkeiten in den gesamten Lernprozess integriert. Sie validiert die Kompetenzen, die während der Schüleraktivitäten während der gesamten Schulzeit umgesetzt werden. Sie zielt auch darauf ab, die Selbstständigkeit der Schüler, die erworbenen technischen Fähigkeiten sowie die mündliche Ausdrucksfähigkeit bei der wissenschaftlichen Argumentation zu bewerten.

Um jeder Schülerin und jedem Schüler die Verantwortung für ihr oder sein eigenes Lernen und die Unterstützung anderer zu übertragen, ist es wichtig, sowohl der Selbsteinschätzung als auch der gegenseitigen Beurteilung besondere Bedeutung beizumessen. Die Herausforderung besteht darin, die Anerkennung des Erreichten mit dem Engagement in der Gruppe zu verbinden. Diese Reflexion über ihre Fortschritte und die der anderen Schülerinnen und Schüler erreicht ihren Ausdruck darin, dass die Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, dem Lehrer oder der Lehrerin eine Bewertung vorzuschlagen.

Klassenstufe 10

2 Lerninhalte

Der Lehrplan ist zweiseitig aufgebaut. Da sich die verschiedenen Kompetenzbereiche nicht strikt voneinander trennen lassen, sondern lediglich fachwissenschaftliche Kompetenzen widerspiegeln, werden diese in der Spalte „Erwartete Kompetenzen“ dargestellt. Alle in der Spalte genannten Teilkompetenzen sind verpflichtend.

Didaktische und methodische Hinweise finden Sie in der Rubrik „Allgemeine Hinweise und Vorschläge“. Sie liefern ergänzende Erläuterungen zur Umsetzung von Kompetenzen, mögliche Experimente, Hinweise zur didaktischen Umsetzung sowie thematische Verknüpfungen zu anderen Kapiteln des Lehrplans und möglichen Grenzen der wissenschaftlichen Tiefe. Zur Erleichterung der Unterrichtsplanung finden Sie im Anhang Umsetzungsbeispiele.

Die Operatoren helfen bei der Umsetzung im Unterricht, die erwartete Kompetenzen zu erreichen.

Der Lehrplan enthält Hinweise für die praktische Arbeit. Bei allen praktischen Arbeiten sind die gesetzlichen Sicherheitsvorschriften strikt einzuhalten.

2.1 HORMONE

Hormone bestimmen körperliche und emotionale Veränderungen. Am Beispiel der Sexualhormone lernen die das Prinzip eines Regelkreises sowie die Beeinflussbarkeit eines Hormonkreises kennen.

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Hormone unterliegen einem Regelkreis und bestimmen körperliche und emotionale Veränderungen.	
Die Schülerinnen und Schüler - nennen die Bildungsorte und die Wirkungsweise der Sexualhormone Testosteron, Progesteron und Östrogen, - erläutern am Beispiel des weiblichen Zyklus das Prinzip eines hormonellen Regelkreises: - Eierstöcke, Eier, Eierstockzyklus, Eisprung, Befruchtung, Einnistung, Hypothalamus, Hypophyse, Regelkreisprinzip, positives oder negatives Feedback,	- Es bietet sich ein tabellarischer Überblick an. - Aufbau eines hormonellen Regelkreises. - Interpretation von Hormonspiegeldiagrammen - Mikroskopische Untersuchung von Abschnitten funktionsfähiger und nicht funktionsfähiger Hoden - Mikroskopische Untersuchungen der Eierstöcke und der Gebärmutter zu verschiedenen Zeitpunkten des Zyklus - Der männliche Hormonzyklus kann zusätzlich betrachtet werden.
nennen Stress, Gewicht und Zeitumstellung als äußere Faktoren, durch die sich der Eisprung verschieben kann,	Hier kann auf den hormonellen Zusammenhang im Hormonzyklus eingegangen werden.

• erklären Methoden der Empfängnisverhütung und der medizinisch unterstützten Fortpflanzung, diskutieren Vor- und Nachteile und beurteilen ihre Zuverlässigkeit,	• Antibabypille, Hormonspirale, Hormonpflaster, Kondom
• diskutieren Verhütungsmethoden und medizinisch unterstützte Fortpflanzung unter rechtlichen und ethischen Aspekten.	

2.2 ZELLEN ALS STRUKTURELLE UND FUNKTIONELLE EINHEIT ALLER LEBEWESSEN

Ziel dieses Teils ist es, einige Aspekte der Einheit der Lebewesen durch ihre Organisation, ihre Molekülbestandteile und die für Lebewesen spezifischen Mechanismen des Austauschs von Stoffen und Energie aufzuzeigen. Im Unterricht verwenden und erklären die Schülerinnen und Schüler die Technologien, die zur Beobachtung und Beschreibung von Lebewesen verwendet werden (z. B. optisches und elektronenmikroskopisches Mikroskop).

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Alle Lebewesen bestehen aus Zellen.	
Die Schülerinnen und Schüler	
• nennen die an der Vielfalt des Stoffwechsels beteiligten Zellen (Atmung, Fotosynthese),	
• vergleichen eine Vielfalt von Zellen auf verschiedenen Ebenen, um ihre Eigenschaften zu beschreiben (Zellen von Bakterien, pflanzlichen und tierischen Zellen mit Zellkern, Zellwand, Zellmembran, Vakuole, Chloroplasten, Mitochondrium, Zellkern,	• ein optisches Mikroskop verwenden • mikroskopische Zeichnungen von einfachen Präparaten anfertigen: z. B. tierische und pflanzliche Zellen anhand mikroskopischer Proben von Mundschleimhaut, <i>Elodea</i>, Mooszellen, • optische Beobachtungen mit Elektronenmikroskopie erweitern
• nennen die Funktionen von Biomembranen (Kompartimentierung, Stofftransport, Kommunikation),	
• nennen Diffusion und Osmose (= Diffusion durch eine semipermeable Membran) als passive Transportmechanismen,	• z. B. osmotische Prozesse des täglichen Lebens • Es soll vermittelt werden, dass der passive Transport entlang eines Konzentrationsgefälles erfolgt. • Ein Experiment zur Plasmolyse und Deplasmolyse kann durchgeführt und ausgewertet werden.
• beschreiben das Prinzip des aktiven Transportmechanismus,	• Es soll vermittelt werden, dass der aktive Transport gegen ein Konzentrationsgefälle

	und unter Verbrauch von ATP (Energie) erfolgt.
• geben die Summengleichung und die Wortgleichung für die Zellatmung an: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{CO}_2 + \text{Energie (in Form von ATP)}$,	• das erworbene Wissen der Mittelstufe wiederholen
• beschreiben und skizzieren die Struktur eines Mitochondriums (innere und äußere Mitochondrienmembran, Matrix, Zwischenmembranraum, Christae, Ribosome, DNA),	• Prinzip der Oberflächenvergrößerung und Kompartimentierung
• erklären die Universalität des ATP-Moleküls als Stoffwechselzwischenprodukt im Zusammenhang mit Energieübertragungen,	• Die Phosphatgruppe kann durch P_i oder ein eingekreistes P dargestellt werden • Eine schematische Darstellung der ATP-Struktur wird empfohlen, siehe Anhang (1) • Beispiele für die Gleichung für die Hydrolyse von ATP zu ADP und P_i sowie für die Phosphorylierung von AMP zu ATP, $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i$ gekoppelt mit Stoffwechselreaktionen geben
• beschreiben und skizzieren die Chloroplastenstruktur (innere und äußere Membran, Stroma, Grana, Thylakoid, Stärkekorn, Intermembranraum, DNA),	• Prinzip der Oberflächenvergrößerung und Kompartimentierung
• geben die Summengleichung und die Wortgleichung für die Fotosynthese an: $6 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{CO}_2 + \text{Energie (in Form von Sonnenlicht)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$,	• Die Bedeutung der Fotosynthese als Grundlage der meisten terrestrischen Nahrungsnetze und damit der Biosphäre sowie die Bedeutung von Cyanobakterien als ersten Fotosynthetisch aktiven Organismen können diskutiert werden.
• ordnen den beiden Stoffwechselvorgängen die Begriffe heterotroph und autotroph zu,	
• stellen schematisch den Zusammenhang zwischen Fotosynthese und Zellatmung dar,	• Hier kann die Energieumwandlung von Sonnenlicht in ATP wieder aufgegriffen werden.
• zeigen anhand historischer Experimente, dass der Zellkern wie andere Zellorganellen genetisches Material (DNA) enthält.	• Hämmerlings <i>Acetabularia</i>-Experimente können als Beispiel dienen, um die Kernfunktion von Zellen zu erkennen.

2.3 MOLEKULARE GRUNDLAGE GENETISCHER INFORMATIONEN: DNA

Die Schülerinnen und Schüler wissen seit der 9. Klasse von der Existenz des DNA-Moleküls. Ziel ist es, ihr Wissen zu erweitern und zu zeigen, wie dieses Molekül Informationen transportieren kann. Dies führt zum Verständnis, wie Mutationen unterschiedliche Versionen der Informationen hervorrufen, die von einem Gen getragen werden können.

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Genetische Informationen finden sich im Zytoplasma von Eubakterien und im Zellkern in Form von Chromosomen in eukaryotischen Zellen:	
Die Schülerinnen und Schüler	
beschreiben den Aufbau eines Chromosoms (Chromatin, (Schwester)Chromatid, Zentromer (Kinetochor), Nukleosom, DNA),	Hier können die Begriffe Zentromer (Kinetochor) und (Schwester)Chromatid in einer Zeichnung des Chromosoms dargestellt werden.
geben die Gesamtheit der Chromosomen als Karyogramm an,	
- beschreiben die Struktur der DNA nach Watson-Crick: - im Skelett bestehend aus Phosphat und Zucker Desoxyribose, - zwei komplementäre Stränge, - Basenpaarung A(denin) – T(hymin) über zwei Wasserstoffbrückenbindungen und C(ytosin) – G(uanin) über drei Wasserstoffbrückenbindungen,	- Zucker, Phosphat und Basen sollten schematisch dargestellt werden, z.B. wie ein Kreis, ein Fünfeck...; keine vertiefte Betrachtung der Molekülstruktur (Strukturformeln) - Die Wasserstoffbrückenbindung kann durch eine gepunktete Linie dargestellt werden. - erstellen eines DNA-Modells (einfaches Schema)
beschreiben ein Gen als Teil eines DNA-Abschnittes, der verschlüsselt genetische Informationen liefert,	
vergleichen die DNA-Basensequenzen mutierter und nicht mutierter Gene und schließen daraus, dass genetische Mutationen eine Veränderung der Basensequenz darstellen,	
beschreiben Mutationen als zufällige, ungerichtete Veränderungen an Genen, die weitergegeben werden können,	Software verwenden, um DNA-Sequenzen zu vergleichen und verschiedene Arten von Mutationen zu identifizieren.
stellen Mutationen als Voraussetzung für evolutionäre Prozesse und als Ursache für Krankheiten dar,	
nennen Beispiele für physikalisch-chemische Mutagene, die allgemein die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass Mutationen auftreten.	

2.4 ÜBERTRAGUNG GENETISCHER INFORMATIONEN

Da die molekulare Struktur nun bekannt ist, soll in diesem Teil des Lehrplans auf zellulärer und molekularer Ebene erklärt werden, wie während der Mitose genetische Informationen an die beiden Tochterzellen weitergegeben werden können.

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Jede Zelle führt einen Zellzyklus einschließlich Replikation und Zellteilung (Mitose) durch.	
Die Schülerinnen und Schüler • erklären den Prozess der semikonservativen Replikation über komplementäre Basenpaarung anhand von Abbildungen,	• Es können die Begriffe Replikationsgabel, Leitstrang/Folgestrang genannt werden.
• erläutern die Entstehung von Tochterzellen mit identischem genetischem Material durch Mitose und die Bedeutung der Mitose,	• Schematische Darstellung der verschiedenen Phasen (Prophase, Metaphase, Anaphase, Telophase) • Die Mitose von Knoblauchwurzelzellen kann unter einem Mikroskop beobachtet werden, ergänzt durch kommerzielle Präparate.
• benennen die Phasen des Zellzyklus benennen und beurteilen die Bedeutung der Replikation für den Zellzyklus: Interphase, Mitose, G-Phase, S-Phase.	• Der DNA-Gehalt während des Zellzyklus lässt sich grafisch darstellen und erklären. • Es können Animationen des Zellzyklus verwendet werden.

Klassenstufen 11 und 12

3 Lerninhalte

Der Lehrplan ist zweispaltig aufgebaut. Da sich die verschiedenen Kompetenzbereiche nicht strikt voneinander trennen lassen, sondern lediglich fachwissenschaftliche Kompetenzen widerspiegeln, werden diese in der Spalte „Erwartete Kompetenzen“ dargestellt. Alle in der Spalte genannten Teilkompetenzen sind verpflichtend.

Didaktische und methodische Hinweise finden Sie in der Rubrik „Allgemeine Hinweise und Vorschläge“. Sie liefern ergänzende Erläuterungen zur Umsetzung von Kompetenzen, mögliche Experimente, Hinweise zur didaktischen Umsetzung sowie thematische Verknüpfungen zu anderen Kapiteln des Lehrplans und möglichen Grenzen der wissenschaftlichen Tiefe. Zur Erleichterung der Unterrichtsplanung finden Sie im Anhang Umsetzungsbeispiele.

Die Operatoren helfen bei der Umsetzung im Unterricht, die erwartete Kompetenzen zu erreichen.

Der Lehrplan enthält Hinweise für die praktische Arbeit. Bei allen praktischen Arbeiten sind die gesetzlichen Sicherheitsvorschriften strikt einzuhalten.

Vorschlag für die Aufteilung des Unterrichts in den Klassenstufen 11 und 12

Klassenstufe 11 (3h)	Klassenstufe 12 (3h)
Die Stundenverteilung ermöglicht die Entwicklung verschiedener Kompetenzen, darunter experimentelle Kompetenzen.	Die Stundenverteilung ermöglicht die Entwicklung verschiedener Kompetenzen, darunter experimentelle Kompetenzen.
3.1.1.	
	3.1.2. bis 3.1.4.
3.2.1.	3.2.2.
3.3.1 bis 3.3.3	3.3.4
3.4	
3.5.1 bis 3.5.3	3.5.4. bis 3.5.8

3.1 STOFFWECHSEL UND ENERGIEUMWANDLUNGEN

Dieser Teil des Lehrplans zeigt die Rolle von Enzymen in biologischen Prozessen. Es werden anabole und katabole Prozesse und deren Kopplungen, die Energieumwandlungen innerhalb von Zellen ermöglichen, behandelt.

3.1.1 ENZYME

Dieser Teil des Lehrplans ermöglicht es, durch die Untersuchung von Proteinen die verschiedenen Strukturebenen und die Zusammenhänge zwischen der Struktur dieser Moleküle und ihren Funktionen aufzuzeigen. Durch im Unterricht durchgeführte Experimente können die Eigenschaften von Enzymen als Beispiel für Proteine nachgewiesen werden. Besonderes Augenmerk wird auf den Zusammenhang gelegt, der zwischen den auf molekularer Ebene ablaufenden Mechanismen und ihren Auswirkungen auf andere Organisationsebenen besteht. Dies ist eine Gelegenheit, den Schülerinnen und Schülern den Einsatz von Enzymen in der Biotechnologie, die damit verbundenen Berufe und die Ausbildungsgänge vorzustellen, die in Europa derzeit von Nachwuchsmangel betroffen sind.

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Proteine sind Makromoleküle, die grundlegende und vielfältige Funktionen in Lebewesen erfüllen; sie geben die Hauptfunktionen von Proteinen im Körper an: Strukturprotein, Transportprotein, Enzym, Antikörper. Enzyme sind für das Funktionieren des Stoffwechsels unerlässlich.	
Die Schülerinnen und Schüler zeichnen die allgemeine Struktur (Formel) einer Aminosäure,	Ein zentrales Kohlenstoffatom ist an eine Aminogruppe (—NH_2), eine Säuregruppe (—COOH), ein H-Atom und einen variablen Rest (R) gebunden, der die chemischen Eigenschaften bestimmt, siehe Anhang (2)
beschreiben die Strukturebenen von Proteinen: Primärstruktur, Sekundärstruktur, Tertiärstruktur, Quartärstruktur,	- Einsatz von künstlicher Intelligenz zur Modellierung der dreidimensionalen Struktur von Proteinen. - Proteinnachweisreaktionen (Ninhydrin-Reaktion, Biuret-Reaktion, Xanthoprotein-Reaktion) können experimentell durchgeführt werden.
erklären die Proteindenaturierung durch verschiedene Faktoren: Hitze, Säuren/Laugen, Salze,	- Durchführung einfacher Experimente: - Eiklarlösung erhitzen - Eiklarlösung + Salzsäure - Eiklarlösung + Natronlauge - Eiklarlösung + Kochsalzlösung
beschreiben die Struktur eines Enzyms im Modell (Coenzym, aktives Zentrum),	Sobald der Lehrplan es zulässt, können die Begriffe, die mit Enzymen in Verbindung stehen, wieder aufgegriffen werden.

	• Eine andere Bildungsstrategie kann darin bestehen, Enzyme entsprechend den Bedürfnissen der anderen Teile anzugehen und dann am Ende des Jahres ein Wiederholungskapitel zu verfassen.
• erklären anhand von Experimenten die Rolle von Enzymen als Biokatalysatoren,	• Experimente mit Wasserstoffperoxid • Schlüssel-Schloss-Modell; induced-fit-Modell • Fehleranalyse und Fehlerdiskussion von Experimenten durchführen
• setzen die katalytische Wirkung mit den Eigenschaften von Enzymen in Beziehung (Substratspezifität, Konsequenzen von variablen Faktoren: pH-Wert, Temperatur),	• Die Temperaturabhängigkeit basiert auf der RGT-Regel. • RGT-Regel: Bei einer Temperaturerhöhung von 10°C verdoppelt sich die Reaktionsgeschwindigkeit.
• beschreiben und interpretieren Diagramme zum Einfluss der enzymatischen Aktivität in Abhängigkeit von verschiedenen Bedingungen,	
• erklären eine enzymatische Reaktion mit kompetitivem und nichtkompetitivem Inhibitor (Hemmstoff).	• Ein mögliches Experiment ist die Reaktion von Urease mit Harnstoff im Vergleich zu Thioharnstoff. • Erklärung über das Schlüssel-Schloss-Prinzip • Digitale Tools ermöglichen: - Simulation enzymatischer Reaktionen, bei denen der Einfluss von Umweltfaktoren gezeigt wird - Animationen zur Visualisierung der Enzym-Substrat-Beziehungen • Digitale Tools können Experimente unterstützen, aber nicht ersetzen.

3.1.2 ENERGIEUMWANDLUNG UND ZELLATMUNG

In diesem Teil wird die Atmung als erstes Beispiel der Energieumwandlung in der Zelle, genauer im Mitochondrium, im Überblick besprochen.

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Bei der Atmung finden Energieumwandlungen durch Oxidation organischer Stoffe und Bildung von ATP statt.	
Die Schülerinnen und Schüler nennen die Schritte der Zellatmung und geben den Ort an, in denen sie jeweils stattfinden,	- Glykolyse, oxidative Decarboxylierung (Acetyl-CoA-Bildung), Citratzyklus/Zitronensäurezyklus und Atmungskette (Endoxidation) - keine Betrachtung chemischer Reaktionen - Experimente können durchgeführt werden.
geben an, dass der Abbau von Glucose dem Energiegewinn in Form von ATP dient.	Mitochondrium als „Kraftwerk der Zelle“

3.1.3 ENERGIEUMWANDLUNG UND FOTOSYNTHESE

Die Fotosynthese bildet die Grundlage für die meisten Nahrungsnetze. Ihre Bedeutung innerhalb der Strukturierung eines Ökosystems zeigt sich in den verschiedenen Maßstabsebenen: Indem die Schülerinnen und Schüler die Mechanismen innerhalb des Chloroplasten, eines Organells, verstehen, können sie die Rolle dieses Stoffwechsels auf unterschiedlichen Ebenen des Lebens nachvollziehen.

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Die Schülerinnen und Schüler	
zeigen experimentell die Freisetzung von Sauerstoff in Gegenwart von Licht und unter den erforderlichen Umgebungsbedingungen	- Glimmspanprobe <i>Elodea</i> in destilliertem Wasser, Leitungswasser und CO₂-angereichertem Wasser <i>Elodea</i> in Leitungswasser mit und ohne Licht <i>Elodea</i> in Leitungswasser mit und ohne Infrarotlampe (je nach Temperatur) - Computergestützte Experimente können auch mit dem EXAO-Orphy-System durchgeführt werden.
führen eine Trennung der Blattfarbstoffe (Chromatographie) durch,	Es eignen sich Basilikum, Petersilie und Spinat sehr gut.
geben die Bedeutung der Blattfarbstoffe an,	Carotinoide, Xanthophylle, Chlorophylle

• erläutern Beispiele für die Anpassung von Chlorophyllpflanzen an verschiedene Lebensumgebungen,	• Lichtpflanzen, Schattenpflanzen
• nennen die beiden Reaktionen und den Ort der Fotosynthese,	• Fotoreaktion (Lichtreaktion), lichtunabhängige Synthesereaktion („Dunkelreaktion“, Calvin-Zyklus)
• stellen schematisch die Kopplung der beiden Reaktionen innerhalb des Chloroplasten darstellen,	• z.B. „Black-Box-Diagramm“ siehe Anhang (3)
• erläutern die Abhängigkeit der Fotosyntheserate von Licht, Kohlenstoffdioxid und Temperatur,	• Experimente mit <i>Elodea</i> (Bläschenzählmethode) • entsprechende Diagramme auswerten
• geben die Bilanzgleichung der Fotosynthese an, und geben dabei an, dass 2 % der empfangenen Lichtenergie von der Pflanze verbraucht werden,	
• stellen den Zusammenhang zwischen der Produktion organischer Substanz während der Fotosynthese und ihrer Oxidation zur Energieerzeugung während der Atmung dar.	

3.2 ARTENVIELFALT UND ÖKOSYSTEM

Ziel dieses Teils des Lehrplan ist es, die dynamische Funktionsweise eines Ökosystems in seinen räumlichen und zeitlichen Dimensionen zu verstehen. Dies ist eine Gelegenheit, die von Ökosystemen erbrachten Leistungen hervorzuheben. Ökosysteme reagieren auf Störungen, auch auf solche, die vom Menschen verursacht werden: das Konzept der Resilienz.

3.2.1 STRUKTUREN UND WECHSELWIRKUNGEN IM ÖKOSYSTEM

Die Schülerinnen und Schüler können in die Verantwortung genommen werden, indem man sie dazu verpflichtet, eine Exkursion zu organisieren.

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Ein Ökosystem besteht aus einem Biotop und einer Biozönose.	
• wählen ein Ökosystem aus, um die Merkmale eines Ökosystems und seine Besonderheiten (Biotop, Biozönose, abiotische Faktoren, biotische Faktoren) zu ermitteln,	• z.B. Ökosystem, Fluss, See, Meer, Hecke... • die Schülerinnen und Schüler eine Exkursion in ein Ökosystem planen lassen
• erläutern, dass Biodiversität auf verschiedenen Ebenen definiert wird: von der genetischen Information bis zur Ebene der Ökosysteme,	• Genetische Variabilität, Artenvielfalt, Ökosystemvielfalt

• beschreiben und vergleichen den Einfluss eines abiotischen Umweltfaktors auf die Verbreitung verschiedener Arten,	• Basierend auf den Daten sollen physiologische und ökologische Aktivitäten untersucht werden (ökologische Potenz, Toleranzkurven, Indikator(Zeiger)arten). • Ziel ist es, das Erstellen und Interpretieren von Diagrammen zu üben.
• stellen Nahrungsnetze grafisch dar,	• Pfeildiagramme üben • An dieser Stelle kann eine Kritik an der Darstellung geübt werden.
• erklären das Konzept der ökologischen Nische und das Prinzip des Konkurrenzausschlusses an einem Beispiel,	• Invasive Arten beeinflussen ökologische Nischen.
• untersuchen die Interaktionen zwischen Lebewesen: Konkurrenz, Symbiose, Parasitismus, Räuber-Beute-Beziehungen,	• Die LOTKA-VOLTERRA-Regeln werden nicht erwartet.
• beschreiben die Pyramiden in Bezug auf Biomasse und Energie in einem Ökosystem,	• Der Energieverlust von trophischer Ebene zu trophischer Ebene muss betrachtet werden. • Auf die unterschiedlichen Ernährungsformen (Allesfresser, Vegetarier, Veganer) aus energetischer Sicht kann eingegangen werden.
• stellen einen biogeochemischen Kreislauf dar: Kohlenstoffkreislauf.	

3.2.2 ÖKOSYSTEME UND MENSCHLICHER EINFLUSS

Dieser Teil des Lehrplans ermöglicht es, Projektansätze im formellen und informellen Kontext der Schule umzusetzen und außerhalb der Schule zu tragen:

- sich an Citizen-Science-Programmen beteiligen;
- sich in nachhaltigen Bildungsprojekten zum Beispiel im Bereich Biodiversität, Ernährung und Mobilität engagieren.

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Die Schülerinnen und Schüler • stellen den Eingriff des Menschen in Ökosysteme und deren Folgen dar: - ermitteln Folgen einer erhöhten Stickstoffversorgung, - beschreiben Folgen des anthropogenen Treibhauseffekts, - erklären Folgen endokriner Disruptoren (hormonartiger Substanzen),	• Einsatz von Düngemitteln, Ausbringen von Schadstoffen, Veränderung der Wassertemperatur usw. • Die von den Schülerinnen und Schülern vorgeschlagenen Beispiele sollen nach Möglichkeit verwendet werden. • z.B. Bisphenol A, Dioxin, Arzneimittel,-organische Chlorverbindungen, PFA

• untersuchen verschiedene Ressourcen und engagieren sich für deren verantwortungsvolle und nachhaltige Nutzung: beschreiben den ökologischen Fußabdruck als Maß für nachhaltiges Handeln und machen sich Möglichkeiten zur Reduzierung bewusst.	• z.B. zum Beispiel Herkunft, Anbau/Abbau, Transport, ökologischer Rucksack Wasserverbrauch, Umweltbelastung, Arbeitsbedingungen usw. • den eigenen ökologischen Fußabdruck, z. B. mit Hilfe entsprechender Internetressourcen, ermitteln
--	--

3.3 KOMMUNIKATION IM ORGANISMUS

In diesem Teil des Lehrplans wird die nervöse Kommunikation als eine der Hauptkommunikationsarten im Körper untersucht. Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihr Verständnis der inneren Kommunikation im Körper, indem sie nach dem Thema Hormone in Klasse 10 nun die neuronale Signalweiterleitung als ergänzenden Steuerungsmechanismus kennenlernen. Es handelt sich um einen Teil des Lehrplans, der sich für die Durchführung von Gesundheitserziehung und Risikoprävention eignet.

3.3.1 NERVENSYSTEM: STRUKTUR UND FUNKTION

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Die Schülerinnen und Schüler • vergleichen eine Reiz-Reaktionskette und einen Reflexbogen sowie die beteiligten Strukturen,	• Reiz-Reaktionsketten erstellen (z. B. einen Ball fangen), siehe Anhang (4) • Schematische Darstellung eines Reflexbogens, z.B. Muskeldehnungsreflex mit afferenten und efferenten Bahnen • Mikroskopische Untersuchung eines Abschnitts des Rückenmarks • Computergestützte experimentelle Untersuchung eines Muskeldehnungsreflexes (Sehnenreflex) • Reflex: unwillkürliche Reaktion auf einen Reiz, die nicht vom Gehirn kontrolliert wird, also die schnelle und stereotype Reaktion auf einen Reiz
• beschreiben am Beispiel eines Motoneurons den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion (Dendriten, Zellkörper, Axon mit und ohne Myelin, Synapse).	• eine beschriftete Skizze eines Motoneurons erstellen • Mikroskopische Untersuchung von Nerven, Rückenmark, Rückenwurzel und Muskeln • kommentierte Skizzen erstellen

3.3.2 ERZEUGUNG UND ÜBERTRAGUNG VON ERREGUNGEN

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Die Erregung wird durch die Häufigkeit der Aktionspotentiale kodiert.	
beschreiben das Zustandekommen des Ruhepotentials (Gleichgewichtspotentials) auf der Ebene von Ionen,	Simulationsexperiment (Kammern mit unterschiedlichen Salzlösungen, getrennt durch eine selektiv ionendurchlässige Membran)
erklären den Zusammenhang Elektrischer Gradient (Ionenladung) und Konzentrationsgradient (Konzentration des betreffenden Ions auf beiden Seiten der Membran),	Untersuchung des Ruhepotenzials mithilfe von Simulationssoftware
erklären den Zusammenhang zwischen selektiver Membranpermeabilität, Ionenkonzentration und Membranpotential,	
erklären die Funktion der ATP-abhängigen Na^+/K^+-Pumpe,	Die Details der molekularen Abläufe werden nicht verlangt.
- verknüpfen die Phasen des Aktionspotentials und die Ionenbewegung: - Phasen: Depolarisation, Repolarisation, Hyperpolarisation, Refraktärzeit (absolut und relativ), - von der Membranpotentialdifferenz abhängige Ionenkanäle am Axon, - Aufrechterhaltung einer ungleichmäßigen Ionenverteilung durch die ständig aktive und ATP-abhängige Na^+/K^+ - Pumpe, - Alles-oder-Nichts-Gesetz.	Untersuchung eines Aktionspotentials mit einem Simulationsprogramm

3.3.3 SYNAPTISCHE ÜBERTRAGUNG UND KONSEQUENZEN

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Auf der Ebene der Synapsen sorgt eine chemische Substanz für die Übertragung der Erregung auf andere Zellen.	
beschreiben Synapsen und Prozesse auf zellulärer Ebene,	
erklären die Erregungsübertragung einer interneuronalen (erregenden) Synapse auf der Ebene von Ionen (AP, Ca^{2+}-Kanäle, präsynaptische Vesikel, synaptischer Spalt, prä- und postsynaptische Membran, Rezeptoren und Ionenkanäle auf der postsynaptischen Membran, In-	- ausgewählter Neurotransmitter: Acetylcholin - Verwendung geeigneter Abbildungen, um die Abfolge der einzelnen Schritte der Erregungsübertragung zu beschreiben. - Der Ablauf kann in Pfeildiagrammen dargestellt werden.

aktivierung des Neurotransmitters, Resynthese des Neurotransmitters).	Der Unterricht kann erweitert werden, indem die Auswirkungen exogener Substanzen (z. B. Gifte, Drogen, Medikamente, Alkohole) auf die Funktionsweise der Synapse ermittelt werden (Gesundheitserziehung und Risikoprävention).
---	--

3.3.4 DIE FUNKTION DES NERVENSYSTEMS MODULIEREN

Die Plastizität des Gehirns ist eine allgemeine Eigenschaft des Nervensystems.

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Die Schülerinnen und Schüler	
nennen die Abschnitte des Gehirns und ihre Funktion,	
nennen die Funktionen der verschiedenen Gedächtnistypen: Arbeitsgedächtnis (Kurzzeitgedächtnis), semantisches Gedächtnis und episodisches Gedächtnis, zwei Systeme der bewussten Langzeitrepräsentation und prozedurales Gedächtnis,	- Das Wahrnehmungsgedächtnis ist mit verschiedenen Sinnesmodalitäten verbunden. - die Gedächtnisleistung anhand verschiedener, aber auch gleichzeitiger Sinneskanäle (haptisch, optisch, akustisch) vergleichen (Lerntypentest)
erklären die Funktionsweise des Belohnungssystems,	Transmitter Dopamin (dopaminabhängige Synapsen)
erläutern die Wirkung von Suchtmitteln auf das Belohnungssystem anhand eines Beispiels.	- z.B. Nikotin, Alkohol, THC - Der Konsum von Suchtmitteln und die entsprechende Legalisierung können hier ebenso besprochen werden wie Präventionsmaßnahmen.

3.4 ZELLULÄRE ZUSAMMENARBEIT: BEISPIEL IMMUNSYSTEM

Grundkenntnisse zum Aufbau von Viren und Bakterien werden als bekannt vorausgesetzt.

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Die Schülerinnen und Schüler	
beschreiben Infektionsbarrieren,	- Darm: beherbergt Immunzellen - Haut: physische Barriere - Darmepithel und Mikrobiota: sorgt für Resistenz gegen fremde Bakterien - z.B. Vorteil des sorgfältigen Händewaschens mit Reinigungsmitteln - Nutzung von eBug-Site-Ressourcen
erläutern Maßnahmen zur Vorbeugung von	

Infektionskrankheiten,	
• beschreiben die Schritte, in denen ein Mikroorganismus Barrieren überschreitet: Entzündung nach einer Hautläsion: Infektion, Inkubationszeit, Phagozytose, Makrophage (Phagozyten), Krankheit, Entzündung, Heilung,	
• beschreiben Synthese und Reifung der B-Lymphozyten und T-Lymphozyten (Immunzellen),	• Betrachtung von Blutzellen: Erythrozyten, Blutplättchen, Leukozyten, Lymphozyten, T-Helfer-Zellen, T-Suppressor-Zellen, T-Killer-Zellen, B-Zellen, Plasmazellen, Gedächtniszellen • Ein tabellarischer Vergleich der verschiedenen Immunzellen wird empfohlen. • Erstellen von Pfeildiagrammen
• beschreiben die Bedeutung der Lymphknoten als Organ der Interaktionen zwischen Infektionserregern und Immunzellen,	
• beschreiben anhand eines Beispiels die erworbene Immunantwort als Interaktion auf zellulärer Ebene (Makrophagen, T- und B-Lymphozyten, Erkennungsphase, Differenzierungsphase, Wirkphase, Abschaltphase),	• das Schlüssel-Schloss-Prinzip auf die Antigen-Antikörper-Reaktion anwenden • Präzipitationstest (Antikörper-Antigen-Bindung)
• beschreiben den Aufbau eines Antikörpers [IgG] und die Strukturen, die mit dem Antigen interagieren (variabler Teil, identische antigenspezifische Bindungsstelle, konstanter Teil, Y-Form),	
• erklären das Immungedächtnis und seine Bedeutung: - erste Infektion, zweite Infektion, erste und zweite Immunantwort, - Rolle von Gedächtniszellen,	• Diagrammanalyse
• erklären und vergleichen die Vorgänge bei der passiven und aktiven Impfung (Zeitpunkt der Impfung, Impfschutz und Serumzusammensetzung),	• z.B. Corona-Impfung während der Covid-Pandemie
• diskutieren und bewerten Impfungen hinsichtlich ihrer individuellen und gesellschaftlichen Bedeutung.	

3.6 EVOLUTION

3.6.1 DIE STRUKTUR DES GENETISCHEN MATERIALS

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Die Funktion der DNA hängt mit ihrer Struktur zusammen.	Wiederholung des erworbenen Wissens der 10./2nd Klassenstufe
Die Schülerinnen und Schüler	
- beschreiben Strukturmerkmale der DNA, - beschreiben den Prozess der semikonservativen Replikation an der Replikationsgabel.	Die Auswertung historischer Experimente zur DNA-Replikation kann betrachtet werden.

3.6.2 EXPRESSION GENETISCHER INFORMATIONEN

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Die Expression genetischer Informationen ist ein komplexer, mehrstufiger Prozess.	
Die Schülerinnen und Schüler	
- beschreiben die Transkription in Eukaryonten, - beschreiben die Besonderheiten der mRNA: einsträngig, Poly-A-Schwanz, Kappe, Basen	kodierender Strang (transkribiert), Polymerase
- erklären die Mechanismen zur Herstellung von Proteinen aus mRNA: - geben den Ort der Transkription in der Zelle und das beteiligte Organell an, - nennen die Eigenschaften des genetischen Codes (Universalität, Redundanz (degeneriert), kommafrei) und bringen Basen-Triplets mit Aminosäuren in Beziehung, - beschreiben die Struktur der tRNA (Codon-Anticodon, Kleeblattstruktur), - beschreiben die Translation in Bakterien: - Initiation, Elongation, Termination, - Proteinreifung,	
erklären die Genotyp-Phänotyp-Beziehung.	- Die Begriffe Allel und Gen müssen voneinander abgegrenzt werden. - Gen-Enzym-Merkmal, Genwirkkette, z.B. Phenylketonurie, Hautfarbe

3.6.3 MUTATIONEN

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Fehler oder Punktmutationen können spontan bei der DNA-Replikation oder im Zusammenhang mit mutagenen Faktoren in der Umwelt auftreten. Mutationen sind die Grundlage der genetischen Vielfalt innerhalb von Arten.	
Die Schülerinnen und Schüler beschreiben und analysieren die verschiedenen Arten von Mutationen (genetische Mutation, genomische Mutation, chromosomale Mutation) und ihre Folgen,	- das Wissen der 10./2nd Klassenstufe (Mutagene) wiederholen - Substitution, Insertion, Deletion, Insertion als Beispiele
untersuchen Nukleinsäurestränge, um mögliche Mutationen (Punktmutation, Leserastermutation) zu identifizieren und Konsequenzen auf Proteinebene abzuleiten (stille Mutation, Missense-Mutation, Nonsense-Mutation),	
unterscheiden die Folgen einer Mutation in einer somatischen Zelle und in einer Keimzelle.	

3.6.4 BEITRÄGE DER BIOTECHNOLOGIEN

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
beschreiben das Prinzip der Polymerase-Kettenreaktion (PCR): Taq-Polymerase, PCR-Zyklus.	- eine PCR durchführen und die Ergebnisse interpretieren, z.B. Corona-Test, HIV-Test, Vaterschaftstest, forensische Untersuchungen - Bedeutung biotechnologischer und gentechnischer Verfahren in der heutigen Berufswelt - Besuch eines Labors durch die Schülerinnen und Schüler

3.6.5 REKOMBINATION

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die Phasen der Meiose und erklären ihre Folgen: diploid, haploid, Gamete (Keimzelle), Zygote,	mikroskopische Bilder von Zellen während der Meiose ordnen, benennen und interpretieren
stellen die Variabilität von Gameten und der daraus resultierenden Zygoten dar,	
erklären, dass die zufällige Verteilung der	

väterlichen und mütterlichen Chromosomen unter den Tochterzellen zur Allel-Rekombination (Diversität) führt,	
• erklären die interchromosomale und intrachromosomale Vermischung anhand einfacher Diagramme und erläutern deren Bedeutung und Konsequenzen,	
• erklären die Vererbung des menschlichen Geschlechts,	
• erklären Meiosefehler und ihre Folgen,	• Turner-Syndrom, Klinefelter-Syndrom, Down-Syndrom • Beobachtung von Karyogrammen mit Anomalien
• verknüpfen Genotyp und Phänotyp und erklären die Ergebnisse eines Kreuztests: - Dominanz/Rezessivität, autosomale oder gonosomale Übertragung, Kodominanz, - monohybride und dihybride Vererbung, - homozygot, heterozygot, - verwandte oder unabhängige Merkmale,	• Elterngeneration, Tochtergeneration • z. B. erblich bedingt: Zungenrollen, Albinismus, kurze Finger, Hämophilie, Farbenblindheit, Blutgruppen, Mendelsche Studien an Erbsen usw. • Man muss beachten, dass herangezogene Beispiele den Schülerinnen und Schülern Schwierigkeiten bei der eigenen Genealogie bereiten könnten.
• erstellen und interpretieren Stammbäume und leiten mögliche Vererbungsmuster nach dem Ausschlussprinzip ab.	

3.6.6 EVOLUTIONSFAKTOREN

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Biodiversität ist das Ergebnis evolutiver Prozesse.	
Die Schülerinnen und Schüler • beschreiben die Biodiversität auf der Ebene der genetischen Vielfalt, der Artenvielfalt und der Ökosystemvielfalt,	• Ein noch nicht im Kapitel 3.2.1 behandeltes Ökosystem soll betrachtet werden.
• diskutieren das Artenkonzept (morphologisch, genetisch und reproduktiv),	• Definitionenvorschlag siehe Anhang (5)
• nennen einen variablen genetischen Pool als eine Voraussetzung für Evolution,	
• erläutern die natürliche Selektion als Evolutionsfaktor,	• ein einfaches (Computer-)Modell verwenden, um die natürliche Selektion zu veranschaulichen.
• erläutern die Bedeutung der synthetischen Evolutionstheorie zur Erklärung der Artenvielfalt.	• ein numerisches Modell verwenden, um die Gendrift zu veranschaulichen • Variation, Selektion, Rekombination, Mutation, Isolation, Gendrift

3.6.7 EVOLUTION DES MENSCHEN

Erwartete Kompetenzen	Allgemeine Hinweise und Vorschläge
Die Zugehörigkeit der Hominiden zu Säugetieren und Primaten beruht auf ihren abgeleiteten Merkmalen.	
Die Schülerinnen und Schüler • vergleichen Schimpansen und verschiedene Menschenarten anhand morphologischer Merkmale und begründen die Stellung der Gattung Homo (Homo rudolfensis, Homo erectus, Homo neanderthalensis, Homo sapiens) in der Ordnung der Primaten.	• Mögliche Merkmale: Gehirnvolumen, Fortbewegung, Kiefer, Zahnbogen, Zähne, Hinterhauptloch (<i>Foramen occipitalis</i>), Beckengröße, Augenwülste, Fuß, Hand, Wirbelsäule. • Mindestens zwei Merkmale sollen betrachtet werden.

4 Operatoren

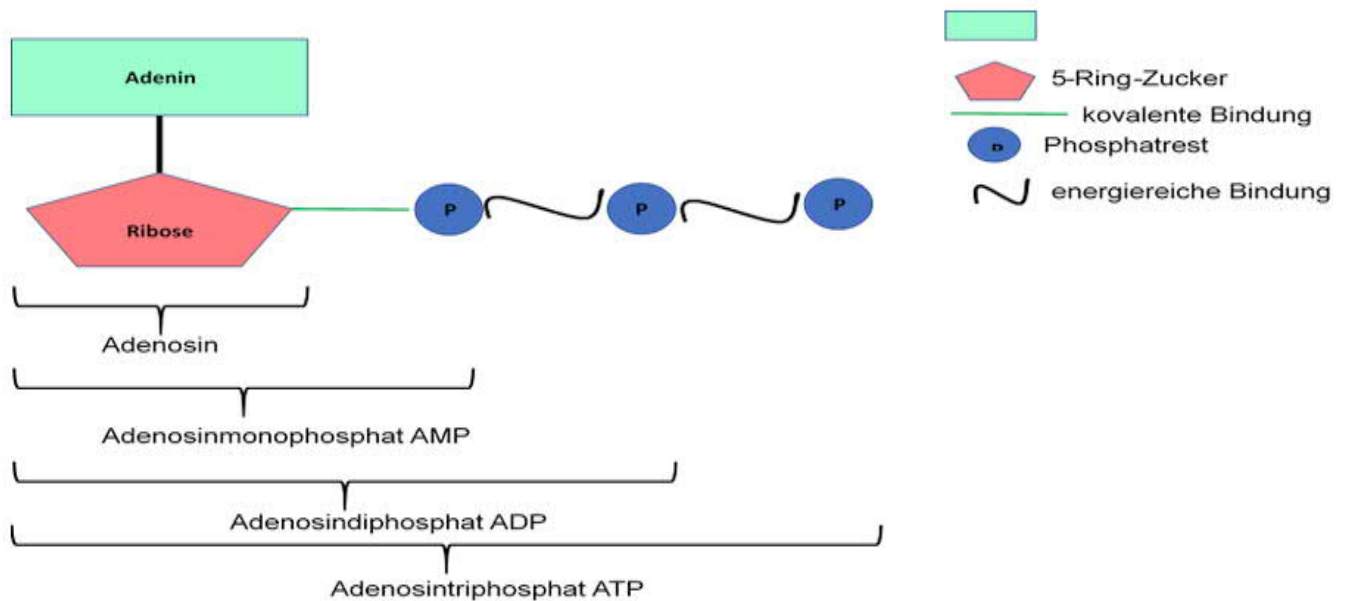
Définition	Opérateur/ Verbe consigne	Operator	Definition
Tirer un résultat ou une conclusion appropriés à partir de résultats ou de données obtenues auparavant.	(en) déduire, conclure AFB II-III	ableiten, schließen auf AFB II-III	auf der Grundlage von Erkenntnissen (Vorwissen bzw. zuvor ermittelte Ergebnissen) sachgerechte Schlüsse ziehen
Affecter une valeur approchée ou un ordre de grandeur à l'aide de considérations raisonnées.	estimer AFB I-II	schätzen, abschätzen AFB I-II	durch begründete Überlegungen Größenordnungen angeben
Décrire et mettre en lien différentes ressources pour en déduire quelque chose de nouveau, en faire une synthèse ou encore élaborer une démarche expérimentale.	analyser AFB II	analysieren AFB II	wichtige Bestandteile, Eigenschaften oder Zusammenhänge auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten; In Chemie zusätzlich: einen Sachverhalt experimentell-prüfen
Utiliser des formules, des équations, des lois, des conditions, des résultats expérimentaux, etc., pour prouver, déduire ou expliquer d'autres phénomènes.	exploiter AFB II-III	anwenden AFB II-III	Formeln, Gleichungen, Gesetze, Bedingungen, Versuchsergebnisse etc. zum Nachweis, zur Herleitung, zur Erklärung anderer Phänomene verwenden
Suggérer une information, un raisonnement (une équation, une équation de réaction, une démarche, etc.).	proposer AFB II	aufstellen AFB II	Formeln, Gleichungen, Reaktionsgleichungen entwickeln
Emettre une supposition justifiée.	formuler une hypothèse AFB III	eine Hypo- these aufstel- len AFB III	eine begründete Vermutung formulieren
Associer une signification aux observations, aux données, aux résultats et/ou à des informations et en tirer des conclusions.	interpréter AFB II-III	auswerten AFB II-III	Beobachtungen, Daten, Einzelergebnisse oder andere Aspekte in einen Zusammenhang stellen, um daraus Schlussfolgerungen zu ziehen
Fonder une démarche ou faire comprendre une situation en se basant sur des éléments objectifs.	justifier AFB II-III	begründen AFB II-III	Gründe oder Argumente für eine Vorgehensweise oder einen Sachverhalt nachvollziehbar darstellen
Mobiliser des connaissances pour reconnaître et nommer précisément des observations, des éléments, des faits, des concepts, des données à partir d'un document.	identifier AFB I-II	identifizieren AFB I-II	Beobachtungen, Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten, Fakten, Strukturen erkennen und benennen

Obtenir une valeur numérique d'une grandeur avec un calcul.	calculer AFB I-III	berechnen AFB I-III	Ergebnisse (von einem Ansatz oder einer Formel) ausgehend durch Rechenoperationen gewinnen
Rendre compte d'observations, des schémas, des faits, des méthodes, des procédures ou des relations de manière structurée en utilisant un langage adapté.	décrire AFB I-II	beschreiben AFB I-II	Beobachtungen, Strukturen, Sachverhalte, Methoden, Verfahren oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren
Formuler un avis factuel à l'aide de critères scientifiques ou techniques.	critiquer AFB III	beurteilen AFB III	Das zu fällende Sachurteil ist mithilfe fachlicher Kriterien zu begründen.
Formuler une appréciation en tenant compte des valeurs et des normes sociales.	évaluer AFB III	bewerten AFB III	Das zu fällende Werturteil ist unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Werte und Normen zu begründen.
Rendre compte de faits, de relations de causalité, de relations de corrélations en utilisant un langage approprié ou des représentations graphiques (p. ex. dessins, croquis, tableaux)	représenter AFB II	darstellen AFB II	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren, auch mithilfe graphischer Darstellungen (z.B. Zeichnungen oder Skizzen und Tabellen)
Procéder à une analyse critique en comparant et en examinant des arguments scientifiques.	discuter de AFB II-III	diskutieren AFB II-III	Argumente zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
Mobiliser des concepts en lien avec le problème et les relier pour le rendre compréhensible.	expliquer AFB II	erklären AFB II	Strukturen, Prozesse oder Zusammenhänge des Sachverhalts erfassen und auf allgemeine Aussagen oder Gesetze zurückführen
Mobiliser des concepts en lien avec le problème et les relier pour le rendre compréhensible avec l'aide éventuelle d'autres informations ou des exemples.	expliciter AFB II-III	erläutern AFB II-III	Strukturen, Prozesse oder Zusammenhänge des Sachverhalts erfassen und auf allgemeine Aussagen oder Gesetze zurückführen und durch zusätzliche Informationen oder Beispiele verständlich machen
Tirer un résultat ou une relation par un calcul ou par l'exploitation ou par la réalisation d'un graphique ou d'une expérience.	déterminer AFB II	ermitteln AFB II	ein Ergebnis oder einen Zusammenhang rechnerisch, grafisch oder experimentell bestimmen

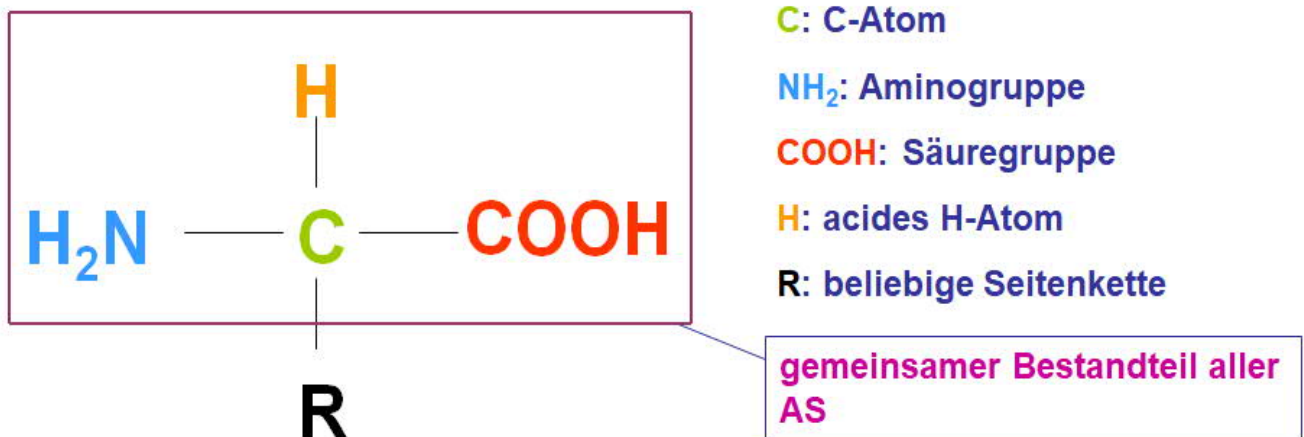
Déterminer un résultat en explicitant le raisonnement qui y conduit.	établir AFB II-III	herleiten AFB II-III	mithilfe bekannter Gesetzmäßigkeiten einen Zusammenhang zwischen chemischen bzw. physikalischen Größen herstellen
Mettre en relation des observations ou des résultats pour les rendre davantage explicite dans le contexte d'une question ou d'une hypothèse.	commenter AFB III	interprétieren, deuten AFB III	naturwissenschaftliche Ergebnisse, Beschreibungen und Annahmen vor dem Hintergrund einer Fragestellung oder Hypothese in einen nachvollziehbaren Zusammenhang bringen
Répertoire ou reproduire des formules, des règles, des faits, des termes ou des données sans explication.	nommer, donner AFB I	(be)nennen, angeben AFB I	Formeln, Regeln, Sachverhalte, Begriffe oder Daten ohne Erläuterung aufzählen bzw. wiedergeben
Organiser des concepts ou des objets en fonction de caractéristiques.	classer AFB I-II	ordnen AFB I-II	Begriffe oder Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen
Suggérer une démarche éventuellement expérimentale ou une de ses étapes à un problème.	proposer AFB II-III	planen AFB II-III	zu einem vorgegebenen Problem (auch experimentelle) Lösungswege (oder Teilschritte) entwickeln und dokumentieren
Illustrer de manière claire et simplifiée des faits, des organisations, des processus, des expérimentations, ou des résultats.	schématiser AFB I-II	skizzieren AFB I-II	Sachverhalte, Prozesse, Strukturen oder Versuche/Ergebnisse übersichtlich grafisch darstellen
Développer des faits ou des phénomènes en utilisant des méthodes de travail spécifiques.	étudier AFB II	untersuchen AFB II	Sachverhalte oder Phänomene mithilfe fachspezifischer Arbeitsweisen erschließen
Inventorier les similitudes et les différences.	comparer AFB II	vergleichen AFB II	Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausarbeiten
Créer une représentation graphique, claire et précise.	représenter AFB I-II	zeichnen AFB I-II	eine anschauliche und hinreichend exakte grafische Darstellung anfertigen
Associer des caractéristiques ou des résultats entre eux.	attribuer AFB I-II	zuordnen AFB I-II	charakteristische Merkmale oder Ergebnisse aufeinander beziehen

5 Anhang

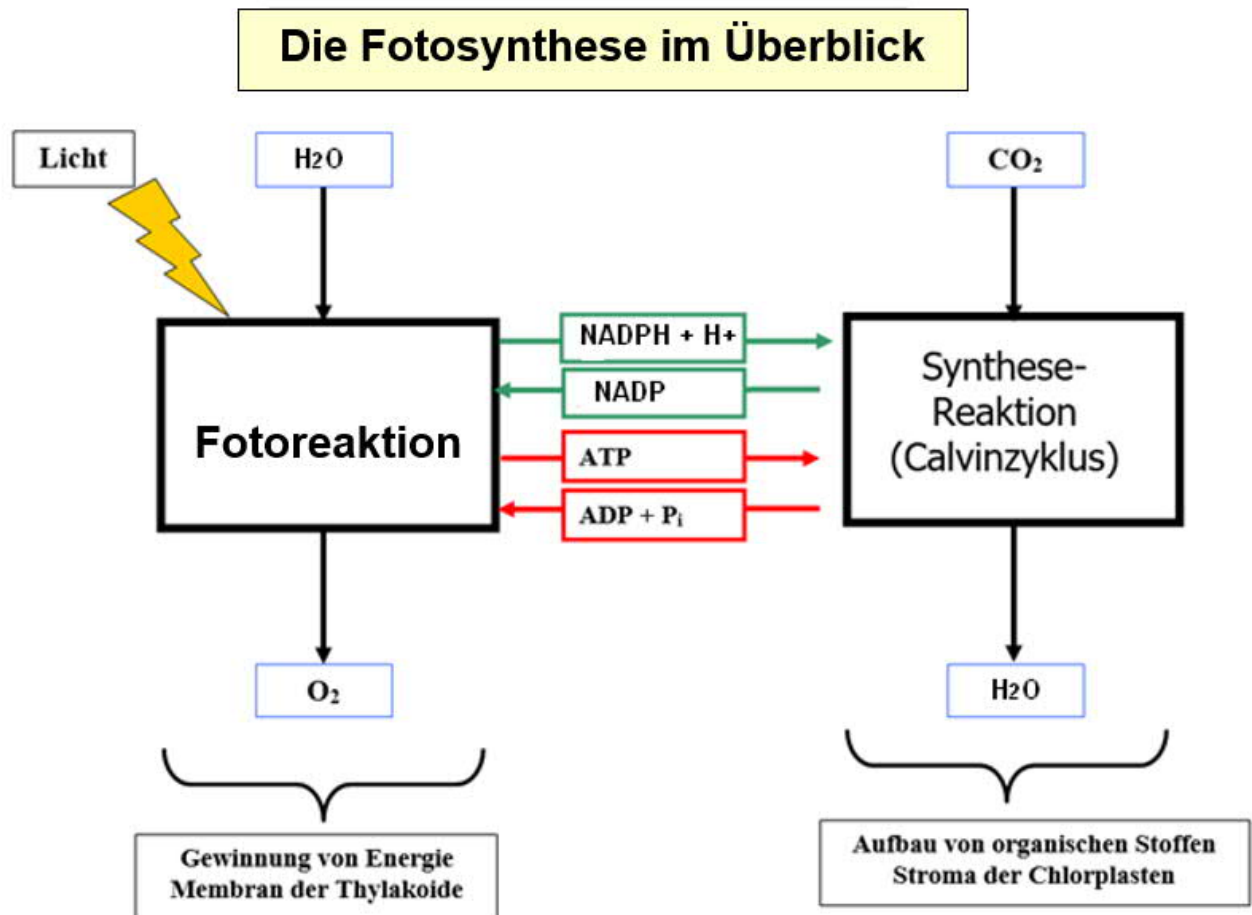
(1) Schematischer Aufbau des ATPs



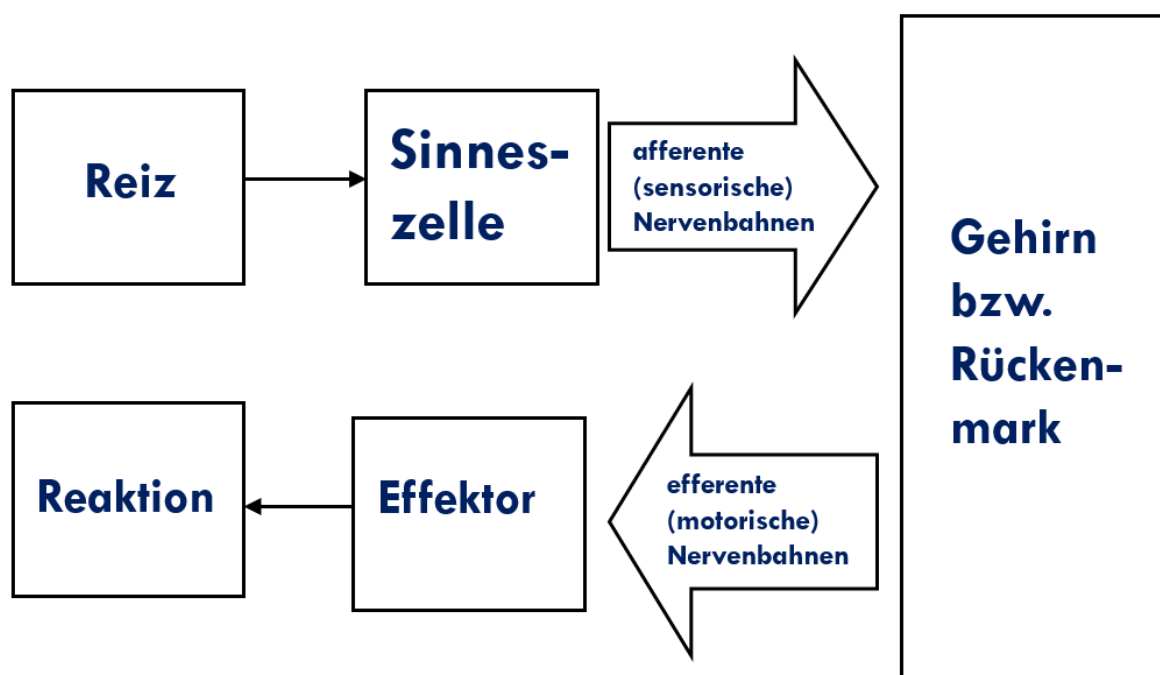
(2) Allgemeine Struktur einer Aminosäure



(3) „Black-Box-Diagramm“ der Fotosynthese



(4) Reiz-Reaktionskette



(5) Definitionsvorschläge zum Artbegriff

- Morphologischer Artbegriff: Eine Art besteht aus Individuen, die wesentliche physische Merkmale miteinander und mit ihren Nachkommen teilen.
- Populationsgenetischer Artbegriff: Arten sind Gruppen von Populationen, deren genetisches Erbe sich von dem anderer unterscheidet.
- Reproduktiver (biologischer) Artbegriff: Eine Art umfasst alle Individuen, die sich untereinander fortpflanzen können und dabei fruchtbare Nachkommen hervorbringen. Gleichzeitig sind sie reproduktiv von anderen Arten isoliert.