

Niedersächsisches
Kultusministerium

Empfehlungen
für das Gymnasium
Schuljahrgänge 7-10

Biologie



Niedersachsen

An der Erarbeitung der Empfehlungen für das Unterrichtsfach Biologie in den Schuljahrgängen 7-10 waren die nachstehend genannten Personen beteiligt:

Bernhard Kaspereit, Sulingen
Hans-Dieter Lichtner, Bückeberg
Ute Wieligmann, Leer

Herausgegeben vom Niedersächsischen Kultusministerium (2005)
30159 Hannover, Schiffgraben 12

Druck:
Niedersächsisches Landesamt für
Lehrerbildung und Schulentwicklung (NiLS)
Keßlerstraße 52
31134 Hildesheim

Die Empfehlungen können als „PDF-Datei“ vom Niedersächsischen Bildungsserver (NIBIS) (<http://www.cuvo.nibis.de>) heruntergeladen werden.

Vorbemerkung

Gemäß Niedersächsischem Schulgesetz¹ umfasst das Gymnasium künftig die Schuljahrgänge 5-12. Der 10. Schuljahrgang ist dabei zugleich Abschlussjahrgang des Sekundarbereichs I und Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe. Dies bedeutet, dass im Unterricht der Schuljahrgänge 5-10 künftig die Schwerpunkte so gesetzt werden müssen, dass die Schülerinnen und Schüler am Ende des Schuljahrgangs 10 die Voraussetzungen für die erfolgreiche Mitarbeit in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe besitzen. Die Zielsetzungen für den Unterricht in der Oberstufe werden durch die Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung² beschrieben.

Grundlage für den Unterricht in der Mittelstufe bilden die „Curricularen Vorgaben für das Gymnasium - Schuljahrgänge 5/6, Naturwissenschaften“³ und die Rahmenrichtlinien für das Gymnasium - Schuljahrgänge 7-10, Biologie (1994). Die vorliegenden Empfehlungen gelten übergangsweise für die Schuljahrgänge, die ab dem Schuljahr 2005/2006 in das 7. Schuljahr eintreten. Sie ergänzen die Ausführungen der Rahmenrichtlinien zu den Aufgaben und Zielen des Faches, der Organisation des Unterrichts und zur Leistungsbewertung.

Die nachstehend aufgeführten Themenbereiche beinhalten die für die Schuljahrgänge 7/8 bzw. 9/10 als unverzichtbar betrachteten inhaltsbezogenen Kompetenzen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf einer kontinuierlichen Kompetenzentwicklung. Wissen wird immer funktional im Sinne der Anwendung von Kenntnissen verstanden und nicht als bloße Kenntnis von Fakten. Zur Strukturierung des Wissens werden die Basiskonzepte verwendet, die in den „Curricularen Vorgaben für das Gymnasium - Schuljahrgänge 5/6, Naturwissenschaften“ und den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung eingeführt und jetzt weiter ausdifferenziert werden. Die Evolutionstheorie als zentral bedeutsames Erklärungsmuster der Biologie wird an geeigneten Stellen integriert. Darüber hinaus werden die Dimension der Entwicklung und der Systemcharakter in der Biologie berücksichtigt. Hierdurch wird die Akzentuierung der Bildungsstandards⁴, in denen die Inhalte im Fach Biologie nach den drei Basiskonzepten *System*, *Struktur und Funktion* sowie *Entwicklung* strukturiert werden, aufgegriffen und so integriert, dass sich für das Gymnasium eine einheitliche Strukturierung für die Schuljahrgänge 5-12 ergibt.

Schülerinnen und Schüler müssen im Fach Biologie Kompetenzen erwerben, die neben den Fachinhalten auch die Handlungsdimension berücksichtigen. Die Handlungsdimension bezieht sich auf grundlegende Elemente der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, auf Kommunikation und Bewertung biologischer Sachverhalte in fachlichen und gesellschaftlichen Kontexten⁴. Inhalts- und handlungsbezogene Kompetenzen können nur gemeinsam und in Kontexten erworben werden.

¹ Niedersächsisches Schulgesetz, 2. Juli 2003, Nds. GVBl. S. 244.

² Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung, Biologie, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 1.12.1989 i.d.F vom 5.2.2004, Luchterhand, 2004.

³ Niedersächsisches Kultusministerium (Hrsg.): Curriculare Vorgaben für das Gymnasium, Schuljahrgänge 5/6, Naturwissenschaften, Hannover 2004.

⁴ Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004.

Innerhalb der Themenbereiche sind an geeigneter Stelle handlungsbezogene Kompetenzen mit Inhalten verbunden. Darüber hinaus sind die erwarteten Kompetenzen der Bereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung in Kapitel 2 der Curricularen Vorgaben⁵ dargestellt. Kompetenzen werden in zunehmender qualitativer Ausprägung im Laufe des naturwissenschaftlichen Unterrichts erworben. Der Erwerb der Kompetenzen hat bereits in der Grundschule begonnen und ist auch am Ende des Schuljahrgangs 10 noch nicht abgeschlossen.

Die auf der Grundlage der Stundentafel 1⁶ erstellten Vorgaben lassen Freiraum für eigene Schwerpunktsetzungen. Es ist Aufgabe der Fachkonferenz, die inhaltlichen und methodischen Schwerpunkte festzulegen. Darüber hinaus sind Absprachen zur Verzahnung mit den Inhalten anderer Fächer erforderlich. Durch die Vorverlegung von Inhalten auf niedrigere Schuljahrgänge muss noch stärker als bisher an Phänomenen orientiert unterrichtet werden. Eine zu frühe Abstraktion widerspricht dem Entwicklungsstand der Lernenden ebenso wie eine zu große Detailfülle den Zielen des Biologieunterrichts entgegensteht. Hieraus resultiert gegenüber den gültigen Rahmenrichtlinien eine Reduktion der Bearbeitungsbreite bzw. Bearbeitungstiefe. Die Reihenfolge der Darstellung in den Themenbereichen ist nicht bindend, aber sachlogisch sinnvoll; sie kann daher als Orientierung für einen Unterrichtsgang dienen.

Hinweise zu einzelnen Themenbausteinen sollen in Zukunft auf dem Niedersächsischen Bildungsserver unter der Adresse <http://www.cuvo.nibis.de> bereitgestellt werden. Es wird angeregt, dieses Forum zum Austausch über Erfahrungen mit den vorliegenden Empfehlungen zu nutzen. Solche Anregungen können Eingang finden in die Erarbeitung eines Kerncurriculums Biologie für die Schuljahrgänge 5-10. Dieses gilt insbesondere für eine Strukturierung der Inhalte im Hinblick auf kumulatives Lernen und damit die Formulierung der erwarteten Anforderungen durch Kompetenzen.

⁵ Niedersächsisches Kultusministerium (Hrsg.): Curriculare Vorgaben für das Gymnasium, Schuljahrgänge 5/6, Naturwissenschaften, Hannover 2004.

⁶ Die Arbeit in den Schuljahrgängen 5 bis 10 des Gymnasiums, Erl.d.Mk vom 03.02.2004, SVBI 3/2004, S. 107ff.

Schuljahrgänge 7 und 8

Grundlagen des Stoffwechsels

Leitidee: Lebewesen bestehen aus Zellen, die Baustoffe und Energie durch Stoffwechselprozesse bereitstellen.

Basiskonzepte: Stoff- und Energieumwandlung, Struktur und Funktion (Prinzip der Oberflächenvergrößerung), Variabilität und Anpasstheit

Weitere wesentliche Kompetenzen: Beobachten und Protokollieren, Mikroskopieren (Erschließung neuer Betrachtungsebenen: Gewebe, einzelne Zellen und Organellen); Erkenntnisgewinnung durch Selbstbeobachtung, Nachvollzug naturwissenschaftlicher Erkenntnismethoden

Anknüpfung: Pflanzen sind Lebewesen, Tiere brauchen Nahrung, Tiere im Jahresverlauf (gleich- und wechselwarm) (Schjg. 5/6)

Hinweise: Der Themenbereich „Stoffwechsel des Menschen“ wurde bisher im 9. Schuljahrgang unterrichtet. Die Behandlung im 7./8. Schuljahrgang geht einher mit einer Konzentration auf den Energiestoffwechsel im Zusammenhang der Zellatmung. Die Detailgenauigkeit und Bearbeitungstiefe für Verdauungsenzyme sollte stark reduziert werden (Enzyme als Hilfsstoffe bei der Verdauung). Im 9./10. Schuljahrgang wird die Wirkungsweise von Enzymen vertieft.

Im Rahmen der Bearbeitung des Energiestoffwechsels wird von einem alltagssprachlichen Verständnis des Begriffes „Energie“ ausgegangen. Der fachlich exakte Energiebegriff wird im Physikunterricht erarbeitet. Für Einzelheiten sind Absprachen zwischen den Fachkonferenzen Biologie und Physik erforderlich.

Die Behandlung dieses Themenbereichs setzt chemische Kenntnisse zum Stoffbegriff und zur Zusammensetzung der Luft voraus, die gemäß der Curricularen Vorgaben in den Schuljahrgängen 5/6 eingeführt und in den Schuljahrgängen 7/8 vertieft werden.

Der komplexe Zusammenhang der nachhaltigen Entwicklung lässt sich am besten in einem fächerübergreifenden Projekt vertiefen.

Die Drogenproblematik kann im Zusammenhang mit Rauchen kurz angerissen werden; sinnvoll wäre auch eine Bearbeitung im Rahmen eines fächerübergreifenden Projekts.

Für die Schuljahrgangsstufen 7/8 wird die Präparation eines Organs verbindlich vorgegeben. Hierfür bieten sich entweder Schweinelunge, -herz oder -auge an.

1. Fotosynthese

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern am Beispiel historischer Versuche den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess (Erkenntnisspirale);

- leiten auf der Grundlage dieser Versuche Grundphänomene des Bau- und Betriebsstoffwechsels ab;
- wenden die naturwissenschaftlichen Denkschritte auf die eigenen Experimente zur Fotosynthese an (Nachweis von Stärke; zu den Nachweisverfahren der Gase s. Chemie Schjg. 6);
- fassen den Fotosyntheseprozess in Form einer Wortgleichung zusammen;
- lokalisieren den Ort der Fotosynthese auf unterschiedlichen Organisationsebenen: Blatt als Organ – Gewebe – Zelle – Organelle;
- arbeiten sachgerecht mit dem Mikroskop und stellen mikroskopische Beobachtungen zeichnerisch dar.

2. Zellatmung

Die Schülerinnen und Schüler ...

- leiten den Zusammenhang zwischen Ernährung und Gasaustausch ab;
- weisen dem Prozess der Zellatmung die Funktion der Energiebereitstellung zu;
- fassen den Prozess der Zellatmung analog zur Fotosynthese in Form einer Wortgleichung zusammen;
- entwickeln und erläutern ein Modell zum globalen Gaskreislauf;
- erörtern an einem Beispiel (etwa der Brandrodung) grundlegende Aspekte der nachhaltigen Entwicklung.

3. Stoffwechsel des Menschen

3.1. Atmung

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erläutern den Zusammenhang zwischen der Struktur der Atmungsorgane und ihrer Funktion;
- leiten das Prinzip der Oberflächenvergrößerung am Beispiel der Lunge ab;
- erörtern Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von Funktionsmodellen zur Atmung;
- bewerten die Auswirkungen ihres eigenen Verhaltens im Hinblick auf die Funktionsfähigkeit der Atmungsorgane (Rauchen);
- präparieren sachgerecht die Lunge ODER im Zusammenhang des Kreislaufsystems das Herz ODER im Zusammenhang mit den Sinnen das Auge.

3.2. Ernährung und Verdauung

Die Schülerinnen und Schüler ...

- kennen die Bedeutung der Ernährung für den Bau- und Betriebsstoffwechsel;
- erläutern Grundsätze gesunder Ernährung sowie die gesundheitlichen Folgen von Fehlernährung und reflektieren ihr eigenes Ernährungsverhalten;
- weisen exemplarisch Nährstoffe (Kohlenhydrate) mit geeigneten Nachweismethoden nach;
- erklären Verdauung als Abbau von Nahrung (mechanische Zerkleinerung, Stoffumwandlung) zu resorbierbaren Stoffen am Beispiel der Stärke;
- erklären die Struktur der verschiedenen Verdauungsorgane (Mund, Magen, Dünndarm, Dickdarm) unter dem Aspekt der unterschiedlichen Funktionszusammenhänge, z. B. Anwendung des Prinzips der Oberflächenvergrößerung;
- kennen Verdauungsenzyme als Hilfsstoffe, die Abbauprozesse ermöglichen.

3.3. Kreislauf

Die Schülerinnen und Schüler ...

- kennen die im lichtmikroskopischen Bild unterscheidbaren Blutbestandteile und deren grundlegende Funktionen;
- erläutern den Zusammenhang zwischen Struktur und Funktionsweise des Herzens;
- präparieren sachgerecht die Lunge ODER im Zusammenhang des Kreislaufsystems das Herz ODER im Zusammenhang mit den Sinnen das Auge;
- erschließen durch Beobachtungen am eigenen Körper die Anpassung des Kreislauf- und Atmungssystems an unterschiedliche Leistungsanforderungen;
- beschreiben das Blutkreislaufsystem als zentrales Verteilungssystem des menschlichen Organismus;
- erklären exemplarisch Symptome von Herz-Kreislauf-Erkrankungen.

4. Energie im ökologischen Kontext

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erkennen, dass Mensch, Tiere und Pflanzen über die Ernährung letztendlich die Energie nutzen, die in der Fotosynthese gebunden wird;
- entwickeln auf dieser Basis eine einfache Vorstellung vom Energiefluss im Ökosystem;
- vergleichen den Energiebedarf verschiedener Tiere (z.B. Mensch, Frosch, Vogel) und stellen einen Zusammenhang her zwischen Bauplan, Wärmehaushalt und Lebensweise (Angepasstheit);

Bau und Leistung von Sinnesorganen und Gehirn

Leitidee: Die Aufnahme von Information aus der Umwelt ist abhängig von der Ausstattung der Sinnesorgane und der Verarbeitungsleistung des Gehirns

Basiskonzepte: Information und Kommunikation, Struktur und Funktion, Anpasstheit

Weitere wesentliche Kompetenz: Methodik der Erkenntnisgewinnung (experimentelles Arbeiten)

Anknüpfung: Sinneswahrnehmung von Tieren (Gesichtsfelder) (Schjg. 5/6)

Hinweise: Die inhaltlichen Grundzüge, wie sie in den RRL beschrieben sind, bleiben erhalten. Als verbindliche Inhalte entfallen die Themen Regelung (Pupillenreaktion), Reiz-Reaktionsschema sowie Lernen und Gedächtnis.

Für die Erarbeitung der Spezifität der Reizaufnahme bietet sich die Behandlung eines chemischen Sinnes an. Darüber hinaus ist ein weiteres Sinnesorgan vertieft zu thematisieren.

Wird das Auge gewählt, dann können in Absprache mit der Fachgruppe Physik Teilthemen wie die Strahlengänge in den Physikunterricht übertragen werden.

Schülerinnen und Schüler ...

- schließen aus dem Vergleich menschlicher und tierischer Sinnesleistungen auf deren unterschiedliche Wahrnehmungswelten;
- beschreiben und erklären auf der Basis von Experimenten den Zusammenhang zwischen strukturellen Merkmalen des Sinnesorganes und seiner Funktion;
- erklären die Fähigkeit chemischer Sinneszellen, auf unterschiedliche Stoffe spezifisch zu reagieren, mit dem Schlüssel-Schloss-Prinzip;
- wissen, dass ein adäquater Reiz in der Sinneszelle Erregung auslöst und dass Nerven die Erregung zum Gehirn weiterleiten;
- erläutern, dass die Verarbeitung der Erregungsmuster im Gehirn zu einer subjektiven Wahrnehmung führt, die nicht der realen Außenwelt entspricht;
- übertragen ihre Kenntnisse auf die Wahrnehmungseinschränkung durch veränderte Strukturen der Sinnesorgane (z. B. Rot-Grün-Blindheit);
- bewerten Auswirkungen ihres eigenen Verhaltens auf die Funktionsfähigkeit ihrer Sinne, z. B. Lärm, Laserpointer;
- präparieren sachgerecht die Lunge ODER im Zusammenhang des Kreislaufsystems das Herz ODER im Zusammenhang mit den Sinnen das Auge.

Sexualität des Menschen

Leitidee: Die Sexualität des Menschen entfaltet sich im Spannungsfeld zwischen hormonell gesteuerten Prozessen, sozialisationsbedingter Selbstverwirklichung und individueller Verantwortung.

Basiskonzepte: Steuerung und Regelung, Reproduktion, Kommunikation

Weitere wesentliche Kompetenzen: Reflexion zum Menschenbild, Kommunikation über Themen, die für die Altersstufe schwierig sind

Anknüpfung: Sexualität des Menschen (Schjg. 5/6)

Hinweise: Das Thema Sexualität wird erneut aufgegriffen, da die Schülerinnen und Schüler nun in einer anderen Entwicklungsphase sind. Dadurch verändern sich Betrachtungsweise und Interessenschwerpunkte.

Die Inhalte Schwangerschaft und Geburt werden bereits in den Schuljahrgängen 5/6 angesprochen wurden.

Bei der Behandlung des Themas „Sexualität“ ist gemäß § 96 (4) NSchG die Einbeziehung der Eltern zu gewährleisten.

Eine projektartige fächerübergreifende Ausweitung und Vertiefung des Themas ist empfehlenswert.

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern Liebe und Sexualität als komplexe menschliche Verhaltensmuster, die neben der Reproduktion auch der Partnerschaft und der Selbstverwirklichung dienen;
- kennen Kriterien für ein verantwortungsbewusstes und partnerschaftliches Sexualverhalten (Comfort-Thesen);
- bewerten unterschiedliche Formen von Sexualität unter dem Aspekt der Menschenwürde;
- sind in der Lage, über Aspekte der Sexualität zu kommunizieren (Normalisierung der Gesprächsführung auch im Bereich eigener Erwartungen und Ängste);
- kennen die grundsätzliche Funktion von Hormonen als Botenstoffen;
- erklären den zyklischen Charakter der Menstruation als Folge der hormonellen Regelung;
- stellen den Regelmechanismus schematisch dar;
- wenden die Kenntnisse zum Menstruationszyklus auf die Empfängnisverhütung an;
- wägen Zuverlässigkeit und Risiken verschiedener Methoden der Empfängnisverhütung gegeneinander ab.

Schuljahrgänge 9 und 10

Immunbiologie

Leitidee: Das Immunsystem des Menschen steuert eine Abfolge von Schritten auf zellulärer und stofflicher Ebene gegenüber eindringenden Fremdkörpern, die letztendlich zu deren Abbau führt.

Basiskonzept: Struktur und Funktion (Schlüssel-Schloss-Prinzip)

Weitere wesentliche Kompetenz: Reflexion über Gesundheit

Anknüpfung: Blutbestandteile (Schjg. 7/8)

Hinweise: Eine vertiefende Behandlung des Themas AIDS eignet sich für einen fächerübergreifenden projektorientierten Unterricht.

Soll die Reaktion auf eine fremde Blutgruppe des ABO-Systems als Beispiel für eine Antigen-Antikörper-Reaktion thematisiert werden, so ist die Besonderheit (Vorhandensein von Antikörpern / E. coli) zu berücksichtigen.

Schülerinnen und Schüler

- beschreiben den typischen Verlauf einer Infektionskrankheit auf der Basis ihrer Alltagserfahrungen;
- unterscheiden die krankheitsverursachende Wirkung von Bakterien (über Toxine) und Viren (über Zellzerstörung);
- kennen die Makrophagenzelle als Beispiel für eine tierische Zelle und ihre Rolle bei der unspezifischen Immunabwehr;
- verstehen die Spezifität der Antigen-Antikörper-Reaktion auf der Basis des Schlüssel-Schloss-Prinzips;
- erkennen die Parallele zwischen der Reaktion des Immunsystems auf Fremdproteine (z. B. Rhesusfaktor) und der Reaktion auf Krankheitserreger;
- stellen den Funktionszusammenhang der wesentlichen Bestandteile des Immunsystems grafisch dar;
- wenden die Kenntnisse zur spezifischen Abwehr an zur Erklärung der HIV-Infektion und der AIDS-Erkrankung und entwickeln aus ihren Kenntnissen über HIV Konsequenzen für ihr persönliches Verhalten;
- vergleichen das Prinzip der aktiven und passiven Immunisierung;
- erörtern Ursachen für die Ausbreitung von Infektionskrankheiten (z. B. Impfmüdigkeit);
- verstehen Chancen und Grenzen der Wirkung von Antibiotika (Selektion und Resistenzbildung).

Grundlagen der Vererbung und Aspekte der Evolution

Leitidee: Gene bestimmen über ihre Genprodukte in Zusammenspiel mit Umwelteinflüssen den Phänotyp und damit Ähnlichkeit und Variabilität.

Basiskonzepte: Reproduktion und Information (zelluläre Ebene), Variabilität und Angepasstheit, Struktur und Funktion

Weitere wesentliche Kompetenzen: Anwendung einer Modellvorstellung zur Erklärung biologischer Phänomene, biologische Regeln als statistische Aussagen, Umgang mit zunehmend komplexen Phänomenen (Erbe, Umwelt, Mutation, Rekombination, Selektion), Wechsel zwischen der subzellulären und der zellulären Ebene, der Ebene des Organismus und der der Population

Anknüpfung: Ähnlichkeiten, Zucht, Rassen (Schjg.5/6)

Hinweise: Die Einführung des Genprodukts in die klassische Genetik ermöglicht die Entwicklung eines ersten Erklärungsmodells für die Wirkungsweise der Gene, das in der Molekulargenetik vertieft wird. Damit wird das Verständnis für die Abgrenzung von Gen und Merkmal gefördert.

Die neuen Kenntnisse über genetische Gesetzmäßigkeiten erlauben eine Erweiterung des in den Schuljahrgängen 5 und 6 vorbereiteten Verständnisses von Evolution.

Schülerinnen und Schüler ...

- leiten die Bedeutung des Zellkerns, speziell der Chromosomen, als Träger der Erbinformation aus wissenschaftlichen Experimenten ab;
- schließen aus der Analyse eines Karyogramms auf Diploidie und die Existenz von Geschlechtschromosomen;
- stellen einen Zusammenhang zwischen den Prozessen der Mitose und Meiose und ihrer jeweiligen Funktion her;
- rekonstruieren aus Einzelbildern den dynamischen Prozess der Mitose bzw. der Meiose;
- erläutern exemplarisch die Modellvorstellung, dass Gene Informationen für den Bau von Genprodukten (z. B. Enzyme als Hilfsstoffe für die Produktion von Farbstoffen) enthalten und der Phänotyp (z.B. Blütenfarbe, Hautfarbe) damit auf die Genprodukte zurückgeführt werden kann;
- erklären phänotypische Unterschiede mit der Kombination verschiedener Allele eines Gens (Genotyp);
- erklären die Bildung unterschiedlicher Zelltypen aus einer befruchteten Eizelle durch die vereinfachte Modellvorstellung, dass Gene an- und abgeschaltet werden können;
- erklären Variabilität durch Rekombination (Miose) und Mutation (Erklärungstiefe: Veränderung der Gene);

- führen Stammbaumanalysen (Familiendiagramme) durch und verwenden Kombinationsquadrate für statistische Aussagen im Zusammenhang mit genetischer Beratung;
- setzen sich mit der Problematik von genetisch bedingter Behinderung auseinander;
- rekonstruieren aus experimentellen Befunden die mendelschen Regeln;
- begründen an einem Beispiel (Weizen, Süßlupine, Tomate) die Bedeutung der mendelschen Regeln für die Züchtung (Rekombination);
- erklären an einem komplexen Beispiel (etwa Hautfarben des Menschen) das Phänomen der Polygenie und das Zusammenspiel von Erbe und Umwelt;
- erklären die Veränderung der Verteilung von verschiedenen Phänotypen in Populationen (zum Beispiel Industriemelanismus beim Birkenspanner) mit dem Einfluss von Rekombination, Mutation und Selektion sowie Umwelteinflüssen.

Enzyme im Stoffwechselzusammenhang

Leitidee: Stoffumwandlungen in lebenden Organismen sind an eine Vielfalt von Enzymen gebunden, die durch ihre Spezifität zu koordinierten Reaktionsabläufen führen.

Basiskonzepte: Stoff- und Energieumwandlung, Struktur und Funktion (Schlüssel-Schloss-Prinzip) auf molekularer Ebene

Weitere wesentliche Kompetenzen: Naturwissenschaftliche Vorgehensweise bei der Erkenntnisgewinnung, Verknüpfung der Phänomenebene von bekannten Stoffwechselvorgängen mit der molekularen Ebene

Anknüpfung: Verdauung (Schjg. 7/8), Genetik (Schjg. 9)

Hinweise: Funktion und Funktionsweise von Enzymen sollen im Kontext des Organismus und nicht als isolierter Themenbereich erarbeitet werden. Der Kontext der Verdauung bietet sich an, da in den Schuljahrgängen 7 bzw. 8 bei der Thematisierung der Verdauung die Rolle der Enzyme nur im Ansatz behandelt werden konnte.

Die Thematisierung der Enzymatik auf molekularer Ebene setzt Kenntnisse zu polaren Bindungen und Wasserstoffbrückenbindungen voraus. Diese werden gemäß der curricularen Vorgaben im Chemieunterricht der Schuljahrgänge 9/10 erarbeitet. Aus diesem Grund ist eine enge Absprache der Fachkonferenzen erforderlich.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- weisen an einem komplexen Phänomen (z. B. Verdauung) die Rolle der Enzyme als Biokatalysatoren nach;
- verstehen komplexe Stoffwechselvorgänge als eine Abfolge von Reaktionen, deren Ordnung durch die Spezifität von Enzymen bedingt ist;

- kennen den Aufbau von Proteinen als Enzymbausteine;
- erklären die Temperaturabhängigkeit der Enzymaktivität mit der RGT-Regel und der thermischen Instabilität der Proteine auf makroskopischer und auf molekularer Ebene (geringe Bindungsstärke der Wasserstoffbrückenbindung);
- erklären Substrat- und Wirkungsspezifität von Enzymen modellartig mit der räumlichen Passung von Enzym und Substrat (Schlüssel-Schloss-Prinzip);
- erläutern, dass Enzyme sowohl bei Abbauprozessen (z. B. Verdauung) als auch bei Aufbauprozessen (z. B. Pigmentbildung) wirksam sind.

Molekulargenetik

Leitidee: Gene sind stoffliche und funktionelle Einheiten der Vererbung, die Informationen von einer Generation zur nächsten übertragen. Auf molekularer Ebene umfassen Gene diejenigen DNA-Segmente, die für die Produktion eines funktionellen Protein- oder RNA-Moleküls notwendig sind.

Basiskonzepte: Information (Codierung), Struktur und Funktion (Erweiterung des Schlüssel-Schloss-Prinzips)

Weitere wesentliche Kompetenzen: Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen, Wechsel zwischen der molekularen Ebene (u. a. Proteinbiosynthese), der zellulären Ebene (u. a. Chromosomen) und der Ebene des Organismus (Phänotyp)

Anknüpfung: Grundlagen der Vererbung (Schjg. 9): Die Black-Box-Vorstellung der klassischen Genetik zur Vererbung wird durch eine kausale Folge von Teilprozessen ersetzt.

Hinweise: Nicht enthalten sind Modelle zur Genregulation, die funktional (im Zusammenhang mit der Hormonwirkung) in der Qualifizierungsphase behandelt werden sollten.

Der in der bisherigen Vorstufe (11. Schjg.) verbindliche Baustein „Bau und Funktion von Biomembranen“ entfällt; er müsste in der Qualifizierungsphase an geeigneter Stelle (zum Beispiel: chemiosmotische Theorie, Nervenzelle) eingefügt werden.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- leiten aus den Befunden historischer Experimente (z. B. Griffith, Avery) ab, dass die DNA der Träger der Erbinformation ist;
- kennen den Aufbau einer bakteriellen Zelle;
- erweitern ihre Vorstellungen zum Schlüssel-Schloss-Prinzip um die Bedeutung von Ladungen (Wasserstoffbrückenbindungen) bei der Basenpaarung der DNA;
- setzen die semikonservative Replikation der DNA in Beziehung zum Zellzyklus;
- erläutern die Basensequenz als Form der Codierung von Information;

- beschreiben die Teilprozesse (Transkription, Translation) und deren Funktion im Rahmen der Proteinbiosynthese;
- erklären die entscheidende Bedeutung von Proteinen bei der Ausprägung des Phänotyps;
- erklären die Auswirkungen von Änderungen von Genen (Mutation) auf den Phänotyp am Beispiel einer genetisch bedingten Krankheit (Sichelzellenanämie, Mukoviszidose, PKU) und erläutern die Bedeutung und die molekulare Grundlage des Heterozygotentests;
- reflektieren die Gefährdung durch mutagene Faktoren unter Einbeziehung der ethischen Dimension (z. B. Zusammenhang Ozonschicht / UV-Licht / Hautkrebs);
- wenden ihre Kenntnisse auf eine molekulargenetische Methode an (z. B. genetischer Fingerabdruck, PCR).