

Niedersächsisches Kultusministerium

Rahmenrichtlinien für
das Gymnasium - gymnasiale Oberstufe,
die Gesamtschule - gymnasiale Oberstufe,
das Fachgymnasium,
das Abendgymnasium,
das Kolleg

Biologie

An der Überarbeitung der Rahmenrichtlinien für das Unterrichtsfach Biologie in der gymnasialen Oberstufe haben folgende Kommissionsmitglieder mitgewirkt:

Martin Beck, Hannover

Brigitte Borchert, Wolfsburg

Waltraud Führes, Braunschweig

Dr. Klaus Goedeke, Göttingen

Irene Kretschmer, Hannover

Gunda Reichenbach, Salzgitter

Elfriede Schöning, Stade

Wolfgang Slowik, Seelze

Dr. Gertrud Wendelberger-Schieweg, Laatzen

Monika Woltmann, Nordhorn

Redaktion: Vera Reineke (Kultusministerium)

Die Ergebnisse des gesetzlich vorgeschriebenen Anhörungsverfahrens sind berücksichtigt worden.

Herausgegeben vom Niedersächsischen Kultusministerium (1999)

30159 Hannover, Schiffgraben 12

In- halt	Sei- te
1 Aufgaben und Ziele des Biologieunterrichts im Sekundarbereich II	4
2 Leitlinien	5
3 Inhalte und Methoden	11
3.1 Die Verwendung von Bausteinen bei der Kursplanung	11
3.2 Fachliche Qualifikationen	12
3.3 Vorstufe	14
3.4 Kursstufe	17
3.4.1 Themenbereiche und Bausteine für die Kursstufe	18
3.4.2 Kursthemen und Kursfolgen	34
3.4.3 Beispiele für Kursfolgen und Kursthemen	37
4 Durchführung des Biologieunterrichts	50
4.1 Aufgaben der Fachkonferenz	50
4.2 Unterrichtsorganisation	50
4.3 Fachübergreifender Unterricht	52
4.4 Öffnung von Schule	53
5 Lernerfolgskontrollen und Leistungsbewertung	54
5.1 Mitarbeit im Unterricht	54
5.2 Klausuren	55
5.3 Facharbeiten	56

1 Aufgaben und Ziele des Biologieunterrichts im Sekundarbereich II

Die Biologie beschäftigt sich mit Strukturen, Funktionen und der Geschichte von biologischen Systemen. Dabei setzt sie sich mit den Grundphänomenen des Lebendigen (siehe Leitlinien) auseinander sowie mit der Stellung und Rolle des Menschen in der Natur. Zunehmend gewinnt die Biologie Bedeutung als angewandte Naturwissenschaft.

Eine Besonderheit der Biologie ist die direkte Begegnung mit Lebewesen. Daraus resultiert ein spezifischer Erlebnisgehalt, der Empfindungen hervorruft und so einen affektiven Zugang zur Natur ermöglicht.

Aufgabe des Biologieunterrichtes ist es, zu einem rational fundierten Selbst- und Weltverständnis der Schülerinnen und Schüler beizutragen und sie zu verantwortungsvollem Handeln und Urteilen zu befähigen. Aus diesem allgemeinen Bildungsanspruch ergeben sich die folgenden konkreten Anforderungen an den Unterricht; er muss

- biologisches Fachwissen und Methodenkenntnis vermitteln,
- Anwendungsbereiche angemessen berücksichtigen,
- wissenschaftspropädeutisch ausgerichtet sein,
- fächerübergreifende Aspekte aufnehmen,
- ethische Reflexionen einbeziehen,
- zur Persönlichkeitsbildung beitragen.

Diese Zielsetzungen führen dazu, dass die Inhalte und Verfahren des Biologieunterrichts im Sekundarbereich II wissenschaftsorientiert sind, aber kein direktes Abbild der biologischen Fachsystematik darstellen. Stoffauswahl und inhaltliche Schwerpunktbildung orientieren sich an den Grundphänomenen des Lebendigen und an der aktuellen und zukünftigen Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler. Indem der Unterricht Fachstruktur und wissenschaftspropädeutisches Arbeiten mit den Anwendungsbezügen verknüpft, verdeutlicht er die lebenspraktische Relevanz biologischer Themen. Auf diese Weise wird der Blick der Schülerinnen und Schüler für biologische Fragestellungen, die Mensch, Umwelt und Gesellschaft betreffen, geöffnet und erweitert.

2 Leitlinien

Die Rahmenrichtlinien geben fachliche Inhalte und Qualifikationen in Form von Bausteinen (siehe Inhalte und Methoden) sowie übergeordnete Gesichtspunkte in Form von Leitlinien verbindlich vor. Die Leitlinien beschreiben auf unterschiedlichen Ebenen wesentliche Kriterien, die bei der Themenfindung, der Strukturierung und der Schwerpunktsetzung des Unterrichts zu berücksichtigen sind.

Grundphänomene des Lebendigen

Auch in der gymnasialen Oberstufe geht der Biologieunterricht im Allgemeinen von der Beobachtung an Lebewesen aus. Darüber hinaus ist es notwendig, die Ebene der Beobachtung immer wieder zu verlassen, um die folgenden Prinzipien herauszuarbeiten, die Lebewesen gemeinsam sind:

- *Selbstorganisation,*
- *Kommunikation,*
- *Variabilität,*
- *Geschichtlichkeit,*
- *Komplexität.*

Eine herausragende Eigenschaft von Lebewesen ist die Fähigkeit zur *Selbstorganisation*. Lebende Systeme reproduzieren und organisieren sich selbst und damit ihren eigenen Organisationsplan und unterscheiden sich so von anderen Systemen. Die stofflichen und energetischen Vorgänge und Wechselwirkungen bewirken den ständigen Neuaufbau des Systems. Damit funktionieren lebende Systeme nach dem Prinzip „Weiterleben des Systems“.

Organismen sind offene Systeme, die in einem ständigen kontrollierten Austausch von Materie und Energie mit ihrer Umwelt stehen. Sie erzeugen durch ihre Selbstproduktion einen hohen Grad an innerer Ordnung unter Energieentzug aus und Entropieerhöhung in der Umgebung. Da in lebenden Systemen ständig Abbau- und Wiederaufbauprozesse ablaufen, ist der Metabolismus von grundlegender Bedeutung für die Aufrechterhaltung der Lebensfunktionen. Die zentralen Stoffwechselwege sind bei allen Lebewesen auffallend ähnlich. Lebende Organismen reproduzieren selbst die Information, auf deren Basis sie die für ihre Organisation notwendigen Hilfsmittel herstellen, z.B. Enzyme.

Selbstorganisation ist ohne *Kommunikation* nicht denkbar. Durch Empfang, Verarbeitung und Weitergabe von Information erkennen sich die einzelnen Bestandteile als „passend“ oder „unpassend“, arbeiten zusammen, entwickeln und differenzieren sich und können sich an wechselnde innere und äußere Zustände anpassen.

Kommunikation tritt z.B. innerhalb der Zelle, zwischen Zellen, Organen, Organsystemen, Organismen und Populationen auf. Dabei werden die Systeme maßgeblich auch durch äußere Reize beeinflusst, was zu Anpassung, Weiterentwicklung oder Beeinträchtigung führen kann.

Vielfalt und Einheitlichkeit sind zwei Seiten des Lebens. Der Vielfalt der Lebewesen liegt eine überraschende Einheitlichkeit zu Grunde, insbesondere auf den untersten Organisationsstufen. Die Verwandtschaft aller Lebensformen ist daher nicht zu bezweifeln, und die Evolution ist somit zentrales Thema der Biologie.

Eine Ursache der Vielfalt liegt in der genetischen *Variabilität*, die zusammen mit den Modifikationen durch Umwelteinflüsse dazu führt, dass jedes Lebewesen individuelle Eigenschaften hat. Die daraus folgende Variabilität der Populationen ist Voraussetzung für evolutionäre Anpassungsprozesse an sich ständig ändernde Umweltbedingungen. Die verschiedenen Lebensformen spiegeln den Einfluss unterschiedlicher Selektionsfaktoren der Vergangenheit wider.

Geschichtlichkeit lässt sich bei lebenden Systemen auf allen Ebenen zeigen. Sie findet sich in der stammesgeschichtlichen Veränderung von Makromolekülen, Organellen, Zellen, Geweben, Organen, Organismen, Populationen, Arten und Ökosystemen.

Die *Komplexität* biologischer Systeme zeigt sich in einem hohen Grad innerer und äußerer Vernetzung ihrer Strukturen und Funktionen. Bereits Zellen als kleinste Einheiten von Leben sind in Bezug auf ihren Aufbau, das Zusammenspiel der Einzelelemente und die Wechselwirkungen mit ihrer Außenwelt hochvernetzt.

Dabei sind lebende Systeme einerseits auf Grund ihrer genetischen Innensteuerung und ihrer Regulationsfähigkeit relativ konstant, andererseits infolge ihrer Außenabhängigkeit variabel. Sie lassen sich durch naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten beschreiben, erlauben aber im Einzelfall nicht immer konkrete Voraussagen der Entwicklung oder des Verhaltens.

Mit jeder Stufe in der Hierarchie biologischer Systeme treten neue Eigenschaften auf, die auf den einfacheren Organisationsebenen noch nicht vorhanden sind. Diese Systemeigenschaften bzw. *emergenten Eigenschaften* resultieren aus den Wechselwirkungen zwischen den Komponenten. Ein Organismus oder ein Ökosystem ist demnach mehr als die Summe seiner Teile.

Wissenschaftspropädeutik

Die Forderung nach Wissenschaftspropädeutik steht übergreifend über allen Themen des Biologieunterrichtes. Als durchgängiges Prinzip soll sie Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften vermitteln. Diese ermöglichen eine rationale Überprüfung von Erkenntnissen und geben so eine gewisse Sicherheit bezüglich der Glaubwürdigkeit von Ergebnissen.

Die Schülerinnen und Schüler erfahren an Beispielen, dass am Anfang naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung im Zusammenhang mit der Wahrnehmung von Phänomenen die Bildung von Hypothesen steht. Sie werden durch Beobachtung, Vergleich und Experiment bestätigt oder widerlegt. Den Schülerinnen und Schülern muss deutlich werden, dass Hypothesen nicht als unumstößlich verifiziert werden können. Es ist ein Merkmal der Naturwissenschaften, dass Ergebnisse immer wieder kritisch überprüft werden und zu neuen Fragen führen.

Vor diesem Hintergrund sind Voraussetzungen, Grenzen und Tragfähigkeit naturwissenschaftlicher Methoden und Aussagen zu reflektieren.

Bei der Erklärung biologischer Phänomene kommt kausalen und funktionalen Ansätzen entscheidende Bedeutung zu. Finale Fragen nach der Zweckmäßigkeit, die von sinnvollem und planvollem Handeln der Lebewesen ausgehen, müssen mit Vorsicht gestellt und beantwortet werden. Prinzipiell unterscheidet man zwischen proximalen Erklärungen, die sich auf die unmittelbar wirkenden Ursachen beziehen und ultimativen Erklärungen, die die mittelbaren evolutionsbiologischen Ursachen zum Gegenstand haben. Ebenso soll klar zwischen fachwissenschaftlichen und ethischen Fragestellungen unterschieden werden und deutlich werden, dass sich aus biologischen Kenntnissen keine normativen Setzungen für die Anwendung der Ergebnisse der Fachwissenschaft und unser Handeln ableiten lassen. Wissenschaftspropädeutischer Unterricht verhindert so einerseits blinde Wissenschaftsgläubigkeit und andererseits

Wissenschaftsverketterung und ermöglicht eine fundierte Auseinandersetzung mit nicht- und pseudowissenschaftlichen Konzepten wie z.B. Kreationismus und Esoterik.

Umweltbildung

Umweltbildung stellt ein leitendes Prinzip des Biologieunterrichtes im Sekundarbereich II dar. Auf Grund der besonderen Verantwortung des Menschen für die Existenz und Gestaltung der Welt müssen die Schülerinnen und Schüler für Umweltprobleme sensibilisiert werden, Kenntnisse darüber erwerben und Erfolg versprechende praktikable Lösungsansätze entwickeln können. Hierzu eignen sich insbesondere Projekte, die Schülerinnen und Schülern positive Erfahrungen in ihrem Engagement ermöglichen.

Die Heranwachsenden sollen urteils- und entscheidungsfähig werden, damit sie an den gesellschaftlichen Willensbildungsprozessen aktiv teilnehmen können. Zur Umweltbildung gehört auch die vernunftgeleitete Auseinandersetzung mit unterschiedlichen, oft widerstreitenden sozialen, ökonomischen und politischen Interessenlagen sowie mit kulturellen Einstellungen und Gewohnheiten¹⁾.

Der Erwerb entsprechender Fach- und Sprachkompetenz ist hierfür ebenso Voraussetzung wie eine grundlegende Formenkenntnis. Tier- und Pflanzenarten können die Schülerinnen und Schüler am besten im natürlichen Lebensraum kennen lernen (Freilandarbeit im schulnahen Umfeld).

¹⁾ "Empfehlungen zur Umweltbildung in allgemeinbildenden Schulen Teil I und Teil II", Niedersächsisches Kultusministerium, 1993

Gesundheitserziehung

Den Schülerinnen und Schülern soll auf der Grundlage des erforderlichen Fachwissens unter Einbeziehung von psychischen und sozialen Aspekten ein gesundheitsbewusstes Verhalten vermittelt werden, das von Verantwortungsbewusstsein, Akzeptanz und Toleranz sich selbst und anderen gegenüber getragen ist. Dies soll über den Erwerb von sachlich fundierten Einsichten erreicht werden. Dazu gehören Kenntnisse z.B. über gesunde Ernährung, gesunde Lebensführung, Gefahren von Suchtstoffen sowie über soziale und psychische Einflüsse auf die Gesundheit. Die Schülerinnen und Schüler sollen sich verantwortungsbewusst mit Krankheiten und deren Ursachen auseinandersetzen.

Emotionale Dimension

In der technisierten Welt wird Natur verstärkt über Medien erlebt und primäre Naturerlebnisse rücken in den Hintergrund. Diesem Trend muss der Biologieunterricht entgegensteuern: Schülerinnen und Schüler sollen immer wieder die Chance haben, Lebewesen und ihre Umwelt mit allen Sinnen zu erfassen und zu bestaunen. Der Umgang mit Organismen und Beobachtungen in der Natur lassen deren Schönheit und Einzigartigkeit erleben, aber auch Betroffenheit über Schäden und misshandelte Kreaturen entstehen.

Die bewusste Wahrnehmung sowohl von eigenen Empfindungen als auch von Empfindungen bei Mitmenschen ist Grundlage für Empathie und Toleranz. Nur so können Schülerinnen und Schüler motiviert werden, Verantwortung für sich und andere zu übernehmen.

Darüber hinaus sind die biologischen Grundlagen der Emotionalität Unterrichtsgegenstand. Damit kann Emotionalität eher einer rationalen Reflexion zugänglich gemacht werden.

Ethische Reflexion

Durch den Lebensbezug der behandelten Themen fließen in den Biologieunterricht immer auch Wertvorstellungen ein. Ethische Begründungen lassen sich nicht aus naturwissenschaftlichen Erkenntnissen ableiten. Wenn es um „Dürfen“ oder „Sollen“ bei der Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden und dem Umgang mit „Natur“

geht, müssen Lehrende und Lernende gleichermaßen auf Wertvorstellungen zurückgreifen.²⁾

Zu einer umfassenden Bewertung gehören zwei Aspekte, die voneinander zu trennen sind: die auf naturwissenschaftlichem Weg gewonnenen Erkenntnisse des Faches und die aus ethischen Reflexionen abgeleiteten normativen Setzungen. In Bezug auf letztere muss der Unterricht offen sein für die Begründung verschiedener Positionen, dabei lässt sich häufig kein Konsens finden. Entsprechende Konsequenzen müssen reflektiert werden. Unterrichtsziel soll ethisch begründetes Urteilen und Handeln sein, um der Achtung vor dem Leben gerecht zu werden. Dabei kann eine Kooperation mit den Fächern Philosophie, Religion sowie Werte und Normen hilfreich sein.

²⁾ „Bildungsauftrag der Schule“, Niedersächsisches Schulgesetz in der Fassung vom 3. März 1998 (Nds. GVBl. S.137ff), § 2 (1)

3 Inhalte und Methoden

3.1 Die Verwendung von Bausteinen bei der Kursplanung

Die Erfassung biologischer Sachverhalte ist nur möglich, wenn Ergebnisse und Methoden verschiedener Fachdisziplinen der Biologie herangezogen werden. Um dieser Vernetzung stärkeren Ausdruck zu verleihen und ihre unterrichtliche Umsetzung zu erleichtern, sind die verbindlichen Inhalte und fachlichen Qualifikationen in Form von Bausteinen formuliert. Erst über die Vernetzung der Bausteine entsteht ein Ganzes, das die Komplexität deutlich werden lässt. Die Leitlinien stellen Vernetzungshilfen dar.

Ein Baustein besteht aus seiner Bezeichnung, den dazugehörigen Inhalten, möglichen Anknüpfungen und Hinweisen. Die Inhalte der Bausteine basieren auf den Einheitlichen Prüfungsanforderungen im Abitur für das Fach Biologie der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989. Die Anknüpfungsmöglichkeiten und Hinweise stellen Anregungen für die Gestaltung des Unterrichts dar.

Die Bausteine der Vorstufe, der Themenbereiche 1-5 der Kursstufe und die fachlichen Qualifikationen sind verbindlich. Aus dem Themenbereich 6, Angewandte Biologie, sind von den insgesamt zehn Bausteinen mindestens vier für die Kursstufe und mindestens ein Baustein für die Vorstufe auszuwählen.

Nicht alle Bausteine sollen jedoch mit der gleichen Intensität behandelt werden.

Das Bausteinprinzip ermöglicht eine Vielzahl von Kursthemen und Kurssequenzen. Die Bausteine sind aus Gründen besserer Übersichtlichkeit nach fachsystematischen Gesichtspunkten geordnet. Bei der Konzeption von Kursen ist darauf zu achten, dass die Vielschichtigkeit und Vernetzung biologischer Sachverhalte deutlich werden. Dieses erfordert ein Überschreiten der fachsystematischen Grenzen, sodass Bausteine aus verschiedenen Themenbereichen in einem Kurs verknüpft werden. Zudem kann der gleiche Baustein in verschiedenen Kursen einer Sequenz vorkommen.

Wegen der besonderen Situation von Wiederholern muss die Fachkonferenz die Bausteine für das erste und zweite Kurshalbjahr festlegen (siehe Aufgaben der Fachkonferenz). Inhaltliche Ausgestaltung und Schwerpunktbildung der Kurse mit Hilfe der Leitlinien sind Aufgaben der Fachlehrerinnen und Fachlehrer.

Die Behandlung der verpflichtenden Inhalte soll zeitlich so bemessen werden, dass ein Drittel der Unterrichtszeit als Freiraum für Vertiefungen und Ergänzungen der Pflichtinhalte oder für thematische Erweiterungen bzw. Projekte bleibt. Ggf. ist der zeitliche Aufwand für die Erstellung von Facharbeiten zu berücksichtigen

3.2 Fachliche Qualifikationen

Im Biologieunterricht der gymnasialen Oberstufe sind Methodenkenntnis und Methodenbeherrschung ebenso wichtig wie der Aufbau eines geordneten Grundwissens. Daher müssen Ansprüche an den Unterricht nicht nur durch die Angabe von Inhalten, sondern auch durch die Benennung der zu erwerbenden Qualifikationen beschrieben werden. Die fachlichen Qualifikationen ergeben sich aus der wissenschaftspropädeutischen Ausrichtung des Unterrichts und sind unter Berücksichtigung der übrigen Leitlinien inhaltlich und methodisch auszufüllen.

Auf den korrekten Gebrauch der Fachsprache als angemessenem Kommunikationsmittel ist zu achten. Dazu gehört auch die präzise sprachliche Darstellung von Sachverhalten. Es ist sinnvoll, sich bei der Verwendung von Fachbegriffen am eingeführten Lehrbuch zu orientieren.

Die Unterrichtsplanung muss sicherstellen, dass bis zum Ende des Unterrichts in der gymnasialen Oberstufe sowohl die verpflichtenden Inhalte als auch die im Folgenden benannten fachlichen Qualifikationen erworben werden können.

Bei der Behandlung erkenntnistheoretischer und ethischer Fragestellungen wird die Zusammenarbeit mit anderen Fächern empfohlen.

Qualifikationen	Hinweise
Beobachten und Beschreiben	Beobachten ist zielgerichtetes und systematisches Wahrnehmen bestimmter Teile der Wirklichkeit auf makroskopischer und mikroskopischer Ebene. Dabei lernen die Schülerinnen und Schüler u. a. Wesentliches und Unwesentliches zu unterscheiden und geordnet auf verschiedene Weise darzustellen, z.B. durch mündliche Beschreibung, Text, Tabelle, Zeichnung.
Bestimmen von Organismen	Arten- und Formenkenntnisse sind Voraussetzung für Bestandsaufnahmen und Beurteilung von Ökosystemen. Das Bestimmen von Organismen sollte im unterrichtlichen Zusammenhang und möglichst im Freiland erfolgen. Natur- und Tierschutzbestimmungen sind zu beachten. Klassifikationen bis auf die Artebene sind häufig nicht notwendig.
Entwickeln von Hypothesen	Hypothesenbildung ist ein kreativer Prozess und wesentlicher Bestandteil wissenschaftspropädeutischer Arbeit.
Planen, Ausführen, Dokumentieren von Experimenten	Die Schülerinnen und Schüler werden zu immer selbstständigerer Arbeit angeleitet. Bei der Lösung umfangreicher Gesamtprobleme bietet sich arbeitsteiliges Vorgehen an. Der sachgerechte Umgang mit Experimentiergerät und das sorgfältige Dokumentieren der Ergebnisse, wenn möglich mit Computerunterstützung, werden geübt.
Auswerten von Beobachtungen, Messdaten und grafischen Darstellungen	Durch die Interpretation von Beobachtungen und Daten werden Hypothesen überprüft. Beobachtung und Deutung sind klar zu trennen. Fehlerquellen und Grenzen müssen erfasst und diskutiert werden. Statistische Betrachtungen werden an geeigneten Beispielen einbezogen. In vielen Fällen ist der Einsatz von Computern sinnvoll.
Entwickeln von Modellen, Arbeit mit Modellen	Modelle bilden die Wirklichkeit nur in Teilen ab. Sie erleichtern das Verständnis von Zusammenhängen, dürfen aber nicht mit der Realität verwechselt werden. Modelle sollen möglichst mit den Schülerinnen und Schülern gemeinsam entwickelt werden. Wichtig ist der Prozess der Reflektion des Modells im Hinblick auf seine Leistungsfähigkeit und Aussagekraft, der gegebenenfalls zur Abänderung führt. Modelle können in ihrer Genese auch unter Berücksichtigung ihres wissenschaftshistorischen Hintergrundes betrachtet werden.
Arbeit mit Texten	Das Erfassen von Textaussagen, ihre Interpretation und kritische Beurteilung soll an unterschiedlichen Quellen geübt werden. Originalveröffentlichungen können zur Vertiefung oder Überprüfung von Aussagen herangezogen werden.

Qualifikationen	Hinweise
Erstellen von Fachtexten,	Nicht nur Facharbeiten, sondern auch Thesenblätter,

Qualifikationen	Hinweise
Präsentation von Arbeitsergebnissen	Inhaltsangaben, Formulierungen für eine Lernkartei, Kurzreferate und andere Darstellungsformen ermöglichen die Entwicklung fachsprachlicher Kompetenz. Fachübergreifende Absprachen zur Gestaltung sind sinnvoll.
Methodenreflexion	Bei der Beurteilung von Arbeitsergebnissen werden Fehlerquellen und Grenzen der eingesetzten Methoden erörtert. Bei Teamarbeit sind die Zusammenarbeit in der Gruppe bezogen auf den Arbeitsprozess und die erreichten Ergebnisse zu reflektieren.
Reflexion ethischer Fragestellungen	Einige Methoden und die Anwendungen biologischer Forschung werfen ethische Probleme auf, die an geeigneten Beispielen sachgemäß und differenziert zu diskutieren sind (siehe Leitlinie Ethische Reflexion).

3.3 Vorstufe³)

Dem Unterricht der Vorstufe kommt in mehrfacher Hinsicht eine besondere Bedeutung zu.

- Die Lerngruppen setzen sich hier aus Schülerinnen und Schülern zusammen, die einen unterschiedlichen Bildungsgang durchlaufen haben können und deswegen unterschiedliche fachliche Voraussetzungen, Vorstellungen und Erwartungen haben. Eine Aufgabe des Unterrichts besteht daher darin, an bekannte Inhalte anzuknüpfen, sie zu erweitern, neu einzuordnen und zu vertiefen. Damit wird den Schülerinnen und Schülern auch Gelegenheit gegeben, eventuelle Defizite zu erkennen und auszugleichen.
- Am Ende der Vorstufe müssen die Schülerinnen und Schüler in der Lage sein, auf der Basis der unterrichtlichen Erfahrungen eine kompetente Wahlentscheidung für die Kursstufe zu treffen. Daher muss der Unterricht die Anforderungen des Faches Biologie in der Kursstufe deutlich machen.
- Auch solchen Schülerinnen und Schülern, die nach der Vorstufe andere Naturwissenschaften wählen oder die Schule verlassen, sollen zumindest Grundlagenkenntnisse der molekularen Genetik vermittelt werden, damit sie sachkompetent an der gesellschaftlichen Diskussion über entsprechende Fragestellungen teilnehmen können.

Die im Anschluss genannten Bausteine sollen nicht isoliert behandelt werden, sondern sind in Absprache mit der Fachkonferenz zu einem oder zwei Rahmenthemen (z.B. zelluläre und molekulare Aspekte von Entwicklung) so zu verknüpfen, dass die Vernetzung biologischer Sachverhalte deutlich wird.

Dabei müssen die verbindlichen Inhalte, mindestens ein Baustein aus der Angewandten Biologie und ein möglichst breites Spektrum fachlicher Qualifikationen vermittelt werden.

Für Schülerinnen und Schüler an Fachgymnasien, Kollegs und Abendgymnasien sind die Unterrichtsinhalte in der Vorstufe wegen der geringeren Jahreswochenstundenzahl und der notwendigen Aufarbeitung von Defiziten möglicherweise zu umfangreich. An diesen Schulen können Inhalte der Vorstufe in die Kursstufe integriert werden.

Bei der konkreten unterrichtlichen Umsetzung werden exemplarisch typische Wege der Erkenntnisfindung nachvollzogen. Hier bietet sich die Thematisierung wissenschaftshistorischer Aspekte an, z.B. Erforschung von Funktion und Struktur der DNA als Erbsubstanz (siehe Leitlinie Wissenschaftspropädeutik).

Bausteine für die Vorstufe

Baustein	Inhalt
Bau und Funktion von Biomembranen	<ul style="list-style-type: none"> • Membranbestandteile • Strukturmerkmale der Membran • Kompartimentierung • Transportvorgänge (Diffusion, Osmose und aktiver Transport) • Erkennungs- und Kontrollfunktion
<p>Hinweise: Dieser Baustein ermöglicht in besonderem Maße die Einübung fachlicher Qualifikationen über</p> <ul style="list-style-type: none"> – experimentelle Erschließung der Eigenschaften der Membranbestandteile (Löslichkeit der Phospholipide, Denaturierung von Proteinen) – experimentelle Erarbeitung von Diffusion und Osmose – Interpretation elektronenmikroskopischer Bilder – Arbeit mit Modellen. <p>Aktiver Transport und Erkennungsfunktion von Membrankomponenten werden propädeutisch behandelt, z.B. Ionenaustausch in der Rhizosphäre, Blutgruppenfaktoren.</p>	

Baustein	Inhalt
----------	--------

³⁾ Im Abendgymnasium und Kolleg ist die Bezeichnung Vorstufe durch Einführungsphase zu ersetzen.

Zellzyklus	<ul style="list-style-type: none"> • Zellkern • Interphase • Mitose • Zelldifferenzierung • Chromosomenfeinbau • DNA-Bau und -Replikation
<p>Hinweise: Aufbauend auf den Kenntnissen aus dem Sekundarbereich I wird der Zellzyklus von der mikroskopischen zur molekularen Ebene als dynamischer Vorgang erarbeitet. Chromosomenfeinbau und identische Replikation sind nur zu verstehen, wenn Primär-, Sekundär- und Tertiärstruktur der DNA behandelt wurden.</p>	

Baustein	Inhalt
Fortpflanzung	<ul style="list-style-type: none"> • ungeschlechtliche Fortpflanzung • geschlechtliche Fortpflanzung <ul style="list-style-type: none"> - Meiose - Geschlechtszellenbildung - Zygotenbildung • Genommutation
<p>Hinweise: Die Meiose soll hier mit dem Schwerpunkt der Rekombinationsmöglichkeiten und der genetischen Variabilität betrachtet werden. In diesem Zusammenhang ist die Chromosomentheorie angemessen zu berücksichtigen. Die Umsetzung der Inhalte orientiert sich am Rahmenthema, eine vergleichende Betrachtung zahlreicher Fortpflanzungsvarianten und Generationswechsel ist nicht beabsichtigt.</p>	

Baustein	Inhalt
Realisierung der genetischen Information	<ul style="list-style-type: none"> • Proteinbiosynthese • Enzyme • Merkmalsbildung • Punktmutation
<p>Hinweise: Der prinzipielle Weg der Informationsübertragung von der DNA zum Protein wird betrachtet. In einzelnen Fällen lässt sich dieser Weg bis zum Merkmal verfolgen, z.B. bei Blutgruppen, Membranproteinen, PKU, Sichelzellenanämie, Blütenfarben. Einige Enzymeigenschaften werden experimentell erarbeitet, z.B. Wirkungs- und Substratspezifität, Temperatur- und pH-Abhängigkeit. Die experimentellen Ergebnisse finden ihre Erklärung im Aufbau der Enzyme (Primär-, Sekundär- und Tertiärstruktur, aktives Zentrum).</p>	

3.4 Kursstufe⁴⁾

In der Kursstufe soll neben der Vermittlung von grundlegenden Kenntnissen, Einsichten und Fertigkeiten ein vertieftes Verständnis für die fachspezifischen Denkweisen und Forschungsmethoden der Biologie aufgebaut werden. Vorrangiges Ziel kann jedoch nicht sein, das umfassende Wissensspektrum heutiger Biowissenschaften in einer Gesamtdarstellung zu erfassen. Vielmehr fordert der immer schneller werdende Erkenntniszuwachs in den Biowissenschaften von den Schülerinnen und Schülern die Fähigkeit zur selbstständigen Fortbildung. Es gilt also, aus der Vielfalt biologischer Sachverhalte die grundlegenden Strukturen und Prinzipien biologischer Systeme sowie die wesentlichen Methoden biologischer Erkenntnisgewinnung auszuwählen, sodass die Schülerinnen und Schüler eine naturwissenschaftliche Grundbildung erhalten, die es ihnen ermöglicht, Erlerntes sowohl in beruflichen Bereichen als auch im Studium anzuwenden.

Grundkurs und Leistungskurs stimmen prinzipiell in Bezug auf die in den Leitlinien formulierten Grundsätze und die Bausteine überein. Für beide Kursarten gilt gleichermaßen, dass

- sie durch eine wissenschaftspropädeutische Vorgehensweise gekennzeichnet sind,
- grundlegende fachliche Inhalte, Gesetzmäßigkeiten und Kenntnisse vermittelt werden,
- gezielt fachspezifische Methoden angewendet werden, wobei der experimentellen Vorgehensweise ein hoher Stellenwert zukommt,
- dem Schülerinteresse sowie der Bedeutung der Biologie in der modernen Industriegesellschaft durch Auswahl geeigneter Anwendungsbeispiele Rechnung getragen wird,
- neuere Forschungsergebnisse in angemessener Form einbezogen werden.

Der Unterschied zwischen Leistungskurs und Grundkurs erfordert jedoch auch eine Differenzierung zwischen beiden Kursarten.

Im Grundkurs erfolgt:

- eine stärkere didaktische Rekonstruktion der Inhalte,
- eine stärkere Vorstrukturierung und Eingrenzung der Aufgaben.

⁴⁾ Im Abendgymnasium und Kolleg ist die Bezeichnung Kursstufe durch Qualifikationsphase zu ersetzen.

Der Leistungskurs erfordert:

- eine verstärkte, zunehmend selbstständigere, z. T. auch forschende Auseinandersetzung mit biologischen Fragestellungen,
- den Einsatz spezieller Arbeitstechniken und -methoden, die verglichen und reflektiert werden, sodass häufiger auch Betrachtungen naturwissenschaftlicher Aussagen auf der Metaebene stattfinden (siehe Leitlinie Wissenschaftspropädeutik).

3.4.1 Themenbereiche und Bausteine für die Kursstufe

Themenbereich 1: Stoffwechsel

Die Kenntnis stoffwechselphysiologischer Prozesse ist von zentraler Bedeutung für die anderen Themenbereiche. Um Prinzipien herauszuheben, sollen exemplarisch grundlegende Vorgänge geklärt werden. Der strukturellen Organisation der Zellbestandteile und der Regulation der Stoffwechselfvorgänge kommen dabei eine besondere Bedeutung zu.

Durch das experimentelle Erschließen von Teilaspekten können wesentliche fachliche Qualifikationen erworben und darüber hinaus die Schülerinnen und Schüler motiviert werden, sich mit diesem biochemischen Schwerpunktthema auseinander zu setzen.

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Fotosynthese	<ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktion von Chloroplasten • Ablauf von Primär- und Sekundärreaktionen • Stoff- und Energiebilanz 	Stickstoffhaushalt Landwirtschaft Analyseverfahren
Zellatmung und Gärung	<ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktion von Mitochondrien • prinzipielle Reaktionen in Glykolyse, Tricarbonsäurezyklus und Endoxidation • Stoff- und Energiebilanz 	Biotechnik Sportbiologie
<p>Hinweise: Der Schwerpunkt der Erörterung soll <i>alternativ</i> bei den Themen Fotosynthese oder Zellatmung und Gärung liegen. Fotosynthese und Dissimilation sind grundlegende Lebensprozesse. Im Mittelpunkt stehen bei beiden Vorgängen die allgemeinen Prinzipien: ATP-Bildung, Ablauf von Redoxreaktionen, Reaktionszyklen, Fließgleichgewicht. Um den Blick für den Gesamtorganismus zu erhalten, wird der Weg von der makroskopischen über die mikroskopische bis zur biochemischen Ebene beschrieben.</p>		

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Spezielle Aspekte des Energieumsatzes	<ul style="list-style-type: none"> • Energetische Koppelung • Verbrauch von Adenosintriphosphat (ATP) bei einem Anwendungsbeispiel • Energieentwertung 	Ernährung nachwachsende Rohstoffe Sportbiologie Medikamente und Drogen Biolumineszenz
Hinweise: ATP ist das hauptsächliche Bindeglied zwischen energieerzeugenden und energieverbrauchenden Zellaktivitäten. Die in ATP konservierte Energie kann hauptsächlich drei verschiedene Arten von Arbeit leisten: <ul style="list-style-type: none"> – mechanische Arbeit, z.B. bei der Muskelkontraktion, – aktiven Transport, z.B. bei der Nierentätigkeit und bei der Mineralstoffaufnahme der Wurzel, – chemische Arbeit, z.B. bei der Proteinsynthese. Über die Berechnung des Wirkungsgrades lässt sich zeigen, dass ein Großteil der aufgewendeten Energie in Form von Wärmeenergie an die Umgebung abgegeben wird.		

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Hormonelle Regulation	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle der Hormonausschüttung • Zelluläre Wirkungsweise von Hormonen 	Stress Grund- und Leistungsumsatz Gentechnik Tierproduktion Verhalten
Hinweise: Die exemplarische Behandlung kann an folgenden Beispielen vorgenommen werden: <ul style="list-style-type: none"> – Genexpression (Sexualhormone, ACTH, Gibberelline) – Signaltransduktion (Adrenalin, Insulin). 		

Themenbereich 2: Molekulargenetik und Entwicklung

Die Ergebnisse der Molekulargenetik liefern Erklärungsansätze für ontogenetische und phylogenetische Entwicklungsprozesse. Die Proteinbiosynthese und die Beziehung zwischen Gen und Polypeptid sind aus dem Unterricht der Vorstufe bekannt. Schwerpunkt in der Kursstufe soll die Betrachtung der Entstehung von Merkmalen durch das Zusammenwirken von Genen und Umwelt sein. Dabei zeigt sich, dass einfache lineare Beziehungen zwischen Gen und Merkmal die Ausnahme darstellen. Genregulation liefert Beispiele dafür, wie Umweltfaktoren die Entwicklung von Merkmalen auf biochemischer Ebene beeinflussen können.

Kenntnisse der molekularen Abläufe bei Vererbung und Entwicklung schaffen die Basis für das Verständnis moderner Verfahren der angewandten Biologie, z.B. der Gentechnik und der medizinischen Diagnostik.

Zahlreiche Aspekte des Themenbereiches haben Anwendungsbezug. Daher ist es erforderlich, neben der Vermittlung fachwissenschaftlicher Inhalte auch ethische Gesichtspunkte zu diskutieren.

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Gene und Merkmalsbildung	<ul style="list-style-type: none"> • Ursachen für die Merkmalsausprägung • genetische Variabilität • Mutagene • modifikatorische Variabilität • Bedeutung von Variabilität 	Gentechnik Gendiagnostik Züchtung Altern
Hinweise: Es ist notwendig, die Entstehung von Merkmalen auf verschiedenen Ebenen zu betrachten. Die unmittelbaren Genprodukte sind Polypeptidketten (siehe Vorstufe). Die Ausprägung eines Merkmals erfolgt in der Regel durch das Zusammenwirken mehrerer Gene (Polygenie) und wird durch vielfältige Faktoren beeinflusst. Eine eindeutige Abgrenzung zwischen genetischen und umweltbedingten Einflüssen ist nur in Ausnahmefällen möglich.		

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Regulation der Genaktivität	<ul style="list-style-type: none"> • Induktion • Repression 	Transgene Lebewesen Biotechnik Hormonelle Regulation Krebs
Hinweise: Das an Bakterien erarbeitete Operonmodell eignet sich als Erklärungsansatz für einfache Regulationsvorgänge. Zur Vertiefung können Modelle zur differenziellen Genaktivität und zur funktionellen Struktur der Chromosomen bei Eukaryoten behandelt werden. In diesem Zusammenhang kann auf Gestalt- und Organbildung eingegangen werden.		

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Immunreaktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Zelluläre und humorale Immunantwort • Bau von Antikörpern • Antigene • Vielfalt von Antikörpern und Immunzellen 	Transplantation Epidemiologie Resistenz Krebstherapie
Hinweise: In der Regel sind Grundlagenkenntnisse zum Ablauf einer Immunreaktion aus dem Sekundarbereich I sowie aus der Molekulargenetik aus der Vorstufe vorhanden. Auf dieser Grundlage findet eine Vertiefung und Erweiterung statt, z.B. wird die Vielfalt der Antikörper durch somatische Rekombination der Immunglobulingene, die Koevolution von Erreger und Immunsystem des Wirts, Überreaktion bzw. Fehlreaktion des Immunsystems bei Allergien bzw. Autoimmunkrankheiten erarbeitet.		

Themenbereich 3: Informationsverarbeitung und Verhalten

Alle Organismen sind zum Überleben auf Informationen aus ihrer Innenwelt und ihrer Umgebung angewiesen. Die Verarbeitung dieser Informationen ermöglicht Wachstum und Entwicklung, Anpassung an Umweltbedingungen, Regulation innerer Prozesse und Gestaltung von Beziehungen zu Artgenossen und anderen Lebewesen.

Die Entstehung artspezifischer Möglichkeiten, Informationen aufzunehmen und zu verarbeiten, ist ebenso mit Hilfe der Evolutionstheorie zu erklären wie andere Merkmale auch. Zum Verständnis der Informationsprozesse ist es notwendig, Strukturen und Vorgänge auf den verschiedenen Systemebenen zu erarbeiten und in Beziehung zu setzen.

Methoden und Ergebnisse anderer Fachwissenschaften (Psychologie, Pädagogik, Medizin) ergänzen die Resultate biologischer Forschung. Untersuchungsergebnisse, die sich auf das Verhalten einer Art beziehen, dürfen nicht unkritisch auf andere Arten übertragen werden.

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Reizaufnahme, Erregungsbildung und -weiterleitung	<ul style="list-style-type: none"> • Bau von Sinnes- und Nervenzellen • Umwandlung von Reiz in Erregung (Rezeptorpotenzial) • Erregungsleitung (Ruhepotenzial, Aktionspotenzial) • Synapsenvorgänge und Verrechnung 	Evolution der Sinnesorgane psychoaktive Stoffe Nervengifte
<p>Hinweise: Zur experimentellen Erarbeitung der Inhalte dieses Bausteins bieten sich an: Präparation eines Sinnesorgans und mikroskopische Betrachtung der Sinneszellen, Schwellenwertbestimmung (z.B. Geschmack, Geruch, Druck), einfache Versuche zum Diffusions- und Membranpotenzial mit künstlichen Membranen; experimentelle Bestimmung der Leitungsgeschwindigkeit; computerunterstützte Messung.</p>		

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Nervensystem	<ul style="list-style-type: none"> • Bau und Funktion von ZNS, peripherem Nervensystem, vegetativem Nervensystem • willkürliche und unwillkürliche Reaktionen • Stress 	Bionik: neuronale Netze Emotionen Evolution der Nervensysteme Hirntod
<p>Hinweise: Ergebnisse lassen sich u. a. gewinnen durch Versuche zu Reflexen, Auswertung von Durchblutungsmustern des Gehirns bei verschiedenen Aktivitäten, von Schnittbildern, Präparation von Schweinegehirn. Neben der Grobstruktur des Gehirns soll das Zusammenspiel verschiedener Gehirnregionen und deren Plastizität behandelt werden. Beim Inhalt Stress sollen das Zusammenspiel stoffwechsel- und neurophysiologischer Vorgänge sowie die biologische Bedeutung des Phänomens erarbeitet und Konsequenzen für das eigene Verhalten abgeleitet werden (Stressbewältigung und -vermeidung).</p>		

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Wahrnehmung	<ul style="list-style-type: none"> • Verarbeitung von Informationen im Gehirn • selektive und subjektive Wahrnehmung 	Psychologie Schlaf Lärm Biorhythmik
<p>Hinweise:</p> <p>Auf allen Ebenen des Erkenntnisapparates finden Verrechnungen, Verarbeitungen und Bewertungen statt.</p> <p>Je nach behandeltem Sinnesorgan werden exemplarisch spezielle Leistungen und Wahrnehmungsphänomene ausgewählt, z.B. Farbsehen, räumliches Sehen und Hören, räumliches und zeitliches Auflösungsvermögen, optische und akustische Täuschungen, Lesen. Im Sinne von Gesundheitserziehung kann die subjektive Bewertung von Geräuschen im Vergleich zur objektiven Wirkung auf das Gehör und das vegetative Nervensystem thematisiert werden.</p> <p>Der Vergleich der Außenwelterfassung verschiedener Lebewesen und verschiedener Menschen führt zur Unterscheidung von objektiver, subjektiver und intersubjektiver Umwelt und zur Erkenntnis der evolutiv entstandenen überlebensadäquaten Wahrnehmung.</p>		

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Verhalten	<ul style="list-style-type: none"> • genetische Disposition und erfahrungsbedingte Formung des Verhaltens • einsichtiges Verhalten • Anpasstheit von Verhalten • Formen des Lernens, Gedächtnisbildung 	Stress hormonelle Einflüsse Sucht Erziehung Sprachentwicklung
<p>Hinweise:</p> <p>Innerhalb der genetisch vorgegebenen Reaktionsbreite ist das Verhalten eines Individuums an die spezifische Umwelt angepasst. Dieses erklärt die Variabilität von Reaktionen innerhalb einer Art.</p> <p>Verhalten muss in seiner Abhängigkeit von den ökologischen Rahmenbedingungen, unter denen es in der Evolution entstanden ist, gedeutet werden (Soziobiologie).</p> <p>Für menschliches Wahrnehmen, Erinnern und Handeln sind oft emotionale Prozesse entscheidend. Hirnphysiologische Befunde und Ergebnisse der Psychologie liefern Erklärungsansätze.</p> <p>Lernversuche können Gedächtnisstufen und Engrammbildung, Lerntypen und Konsequenzen für die Organisation von Lernprozessen aufzeigen.</p>		

Themenbereich 4: Ökologie

Die Doppelrolle des Menschen als Teil und Gegenüber der Natur wird in dem Themenbereich Ökologie in besonderem Maße deutlich. Die Komplexität der ökologischen Phänomene soll in Theorie und Praxis erfahrbar gemacht werden. Ein praxisorientierter Zugang erhöht den Erlebnisgehalt und damit die Motivation. Die selbstständige Ermittlung von Daten zeigt unter anderem, wie schwierig es ist, unter Freilandbedingungen reproduzierbare Ergebnisse zu gewinnen.

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Analysen in einem Ökosystem	<ul style="list-style-type: none"> • Erfassen von physikalischen und chemischen Faktoren • Erfassen der Lebewesen 	wirtschaftliche Nutzung von Ökosystemen moderne Analyseverfahren Naturschutz Biosensoren Böden
Hinweise: Eine selbst durchgeführte Bestandsaufnahme in einem schulnahen Ökosystem schafft die Grundlage für die Einsicht in die Komplexität solcher Systeme. Wichtig ist, die Arten- und Formenkenntnis zu erweitern. Bei der Bestandsaufnahme werden Methoden wie Bestimmungsübungen, physikalisch-chemische Untersuchungen, Vegetationsaufnahmen, Kartieren eingeübt.		

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Reaktionen von Lebewesen auf Umweltfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Ökologische Toleranzen • Variabilität 	Bioindikatoren Bionik
Hinweise: Ermittlung und Analysen ökologischer Toleranzen geben einen Einblick in die Ursachen von Verteilung und Häufigkeit der Organismen. Die Reaktionsmöglichkeiten der Organismen (z.B. Verhaltensreaktionen, physiologische Reaktionen, morphologische Reaktionen) sind abhängig von der Struktur des Lebensraumes und dem zeitlichen Rahmen der Umweltänderungen. Das Zusammenspiel der genetischen Faktoren mit Umweltfaktoren als Ursache der Variabilität innerhalb einer Population wird herausgearbeitet und ihre Bedeutung für die natürliche Selektion betrachtet.		

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Wechselwirkungen zwischen Lebewesen	<ul style="list-style-type: none"> • Nahrungsbeziehungen • intra- und interspezifische Konkurrenz • Populationsdynamik 	Weltbevölkerung Regulation Schädlingsbekämpfung Koevolution
<p>Hinweise:</p> <p>Anhand ihrer Untersuchungsergebnisse erstellen die Schülerinnen und Schüler Nahrungsnetze, die durch Literaturdaten ergänzt werden können. Aus den qualitativen Aussagen zum Nahrungsnetz lassen sich Konkurrenzbeziehungen herleiten. Von der Vielfalt der Wechselbeziehungen (Räuber - Beute, Wirt - Parasit, Symbiose) wird ein Ausschnitt exemplarisch betrachtet. Die Untersuchung der interspezifischen Konkurrenz führt zur Erarbeitung des Konzepts der ökologischen Nische.</p> <p>Im Zusammenhang mit Wachstumsmodellen wird zwischen dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren unterschieden. Die Grenzen mathematischer Modelle (z.B. Computersimulation) sind aufzuzeigen.</p>		

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Produktivität und Energiefluss in Ökosystemen	<ul style="list-style-type: none"> • Brutto- und Nettoproduktion auf verschiedenen Trophieebenen • Stoffkreisläufe • Akkumulation 	Biotechnik Landwirtschaft und Forstwirtschaft Fotosynthesevarianten
<p>Hinweise:</p> <p>Ökologische Pyramiden und Energiebilanzen zeigen den hohen Energieverlust von einer Trophieebene zur nächsten (Energieentwertung). In diesem Zusammenhang kann man die Akkumulation von Schadstoffen deutlich machen. Beim Vergleich der Produktivität verschiedener Ökosysteme sollen die Ursachen für deren Unterschiede herausgearbeitet werden.</p> <p>Bei der exemplarischen Erarbeitung eines Stoffkreislaufes sollen auch seine Störungen thematisiert werden: Stickstoffkreislauf - Eutrophierung, Nitratprobleme; Kohlenstoffkreislauf - Treibhauseffekt.</p>		

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Veränderungen von Ökosystemen	<ul style="list-style-type: none"> • Sukzession • anthropogene Einflüsse 	Evolutionsökologie Simulationen Gentechnik Naturschutz und Landschaftspflege
Hinweise: Alle biologischen Systeme unterliegen einem ständigen Wandel. Es empfiehlt sich, natürliche und anthropogen verursachte Veränderungen in Ökosystemen an einem Beispiel aus dem regionalen Umfeld zu betrachten und in Orientierung am Nachhaltigkeitsprinzip zu reflektieren. Um den Blick für globale Zusammenhänge und zu erwartende Entwicklungen zu öffnen, werden z.B. Bevölkerungswachstum, Welternährung, Klimaveränderungen thematisiert.		

Themenbereich 5: Evolution

Durch die Evolutionslehre erhält die gesamte Biologie eine erklärungs-mächtige Theorie. Die Fülle der behandelten Phänomene wird durch sie für Schülerinnen und Schüler einsehbar verknüpft. Zwei Gesichtspunkte stehen im Vordergrund: die Rekonstruktion der Geschichte des Lebens und die Untersuchung der Evolutionsursachen.

Die Frage nach der Herkunft der Arten, einschließlich der des Menschen, und nach der Ursache ihrer ungeheuren Vielfalt wird von alters her in allen Kulturkreisen gestellt. Die Evolutionstheorie liefert hierfür ein Erklärungsmodell auf naturwissenschaftlicher Basis.

Die Evolutionstheorie ist auf Grund der großen Zeiträume und historischen Einmaligkeit experimentell kaum zugänglich. Die wissenschaftspropädeutische Auseinandersetzung mit dem Theoriecharakter der Evolutionslehre ermöglicht eine Einschätzung ihrer Leistung und ihrer Grenzen. Diese Reflexionen sind für ein naturwissenschaftlich fundiertes Weltbild der Schülerinnen und Schüler und ihr Selbstverständnis unerlässlich. Sie werden dadurch in die Lage versetzt, pseudowissenschaftliche Konzepte und Biologismen zu erkennen und zu beurteilen.

So sind z.B. sozialdarwinistische Folgerungen und ein verfehelter Rassebegriff sorgfältig von biologischen Kategorien und Aussagen abzugrenzen.

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Ursachen der Evolution	<ul style="list-style-type: none"> • Evolutionsfaktoren und ihr Zusammenwirken • Artbildung 	Gene und Merkmalsbildung Biologie abgegrenzter Biotope (Inselbiologie) Resistenz
<p>Hinweise:</p> <p>Die Behandlung der klassischen Evolutionsfaktoren Mutation, Rekombination, Isolation, Selektion, Gendrift und ihre Erweiterung durch ökologische Interaktion, z.B. Koevolution, führt dazu, dass die Evolution als ein andauernder, nicht zielgerichteter Prozess verstanden wird, der die vielfältigen und relativ angepassten Lebensformen hervorbringt. Veränderungen eines Genpools lassen sich durch Modellrechnungen oder Simulationen veranschaulichen. Artbildung wird als Ergebnis der Separation von Genpools dargestellt.</p>		

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Verlauf der Evolution	<ul style="list-style-type: none"> • Belege für den Verlauf der Evolution • Analyse bzw. Erstellung eines Stammbaumes 	Systematik und Bestimmungsübungen Züchtung Moderne Analyseverfahren Bionik
<p>Hinweise:</p> <p>Der Verlauf der Veränderungen kann durch Belege ohne weiteres rekonstruiert werden. Häufig werden Belege als Beweis für die Richtigkeit der Evolutionstheorie angesehen. Den Schülerinnen und Schülern muss deutlich werden, dass es sich dabei um Zirkelschlüsse handelt, da in der Argumentation Evolution vorausgesetzt wird.</p> <p>Die Evolution einer Organismengruppe ist keine Höherentwicklung, sondern ein „Probierprozess“, der in alle Richtungen verläuft (Diversifikation). Eine Zunahme an Komplexität im Gesamtsystem ist zu beobachten.</p>		

Baustein	Inhalt	Anknüpfung
Evolution des Menschen	<ul style="list-style-type: none"> • Ansätze zur Rekonstruktion und Erklärung der stammesgeschichtlichen Entwicklung des Menschen • Kulturelle Evolution 	Verhalten Altern Genetische Beratung Reproduktionsbiologie
Hinweise: Die Indizien für eine Evolution des Menschen (z.B. DNA-Sequenzvergleich, Vergleich anatomischer Merkmale, Werkzeuggebrauch) sollen im Sinne der synthetischen Evolutionstheorie unter Einbeziehung der genetischen und ökologischen Ebene ausgewertet werden. Es soll gezeigt werden, dass das evolutionsbiologische Erklärungsmodell auch für Menschen gilt, dabei soll deutlich werden, dass die z. T. einander widersprechenden Ansätze bisher noch zu keiner lückenlosen Rekonstruktion der stammesgeschichtlichen Entwicklung des Menschen geführt haben.		

Themenbereich 6: Angewandte Biologie

Biologische Grundlagenkenntnisse aus zahlreichen Teildisziplinen gewinnen verstärkt Bedeutung in ganz verschiedenen Anwendungsfeldern. Angewandte Biologie durchdringt immer stärker unseren Alltag, von der schon lange selbstverständlichen Nutzung von Mikroorganismen bis hin zu den modernsten Methoden medizinischer Diagnostik und Therapie. Die Verfahren sind das Ergebnis interdisziplinärer Zusammenarbeit. Bei den für den Unterricht ausgewählten Beispielen ist es notwendig, auf der Basis der erforderlichen naturwissenschaftlichen Kenntnisse wirtschaftliche, soziale und ethische Bezüge zu diskutieren, um die Urteilsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler zu fördern. Wegen der Vielschichtigkeit der Thematik ist es hier besonders wichtig, die Zusammenarbeit mit anderen Fachkonferenzen und entsprechenden Fachleuten aus Wissenschaft, Betrieben und Ämtern zu suchen.

Die Bausteine der angewandten Biologie sind ein wesentliches Element bei der Konzeption von Kursen. Ihre Zusammenstellung ergibt sich im Gegensatz zu den anderen Themenbereichen nicht aus der Systematik der Fachwissenschaft Biologie, sondern aus der Fülle und Verschiedenartigkeit der Anwendungsfelder.

Von den zehn aufgeführten Bausteinen müssen mindestens einer für die Vorstufe und vier für die Kursstufe so ausgewählt werden, dass sie exemplarisch einen Einblick in die Vielfalt der Methoden und deren Fortentwicklung ermöglichen. Die Inhalte der

Bausteine sind offener formuliert, damit sie dem jeweiligen Kursthema angepasst werden können.

Baustein	Inhalt
Biotechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung der Fähigkeiten biologischer Systeme in der Produktion oder Abfallbeseitigung
<p>Hinweise:</p> <p>Die verfahrenstechnische Nutzung biologischer Prozesse wird einerseits in der industriellen Produktion, z.B. zur Herstellung von Nahrungsmitteln, Pharmazeutika, Energieträgern und Grundstoffen, eingesetzt und andererseits zur Abfallbeseitigung, z.B. Abwasserreinigung, Schadstoffbeseitigung, und stellt daher eine Schlüsseltechnologie dar. Auf Grund der vielfältigen praktischen Nutzung biologischer Systeme ist im Unterricht ein exemplarisches Vorgehen erforderlich. Dabei soll mindestens ein biotechnisches Verfahren analysiert werden, wobei sowohl die biochemische als auch die verfahrenstechnische Ebene und die wirtschaftliche Bedeutung zu berücksichtigen sind. Auch hygienische, technische und ökologische Sicherheitsaspekte sollten thematisiert werden.</p> <p>Beispiele, die in einem Betrieb erkundet werden können, sind zu bevorzugen.</p>	

Baustein	Inhalt
Gentechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Isolierung und Veränderung genetischer Strukturen nach Plan
<p>Hinweise:</p> <p>Die Erkenntnisse zum DNA-Design, zur Genklonierung und zum Gentransfer werden in zahlreichen Anwendungsbereichen von Medizin, Pharmazie, Pflanzen- und Tierzucht genutzt und gewinnen für den Alltag des Menschen zunehmende Bedeutung. Daher sind diese Techniken auf der molekularbiologischen Ebene zu analysieren und ihre Nutzung und wirtschaftliche Bedeutung sowie die mögliche Beeinflussung von Evolutionsprozessen zu erörtern. Die Anwendung gentechnischer Verfahren erfordert die ethische Reflexion des Einzelfalls.</p> <p>Rechtliche Grundlagen finden sich im Gentechnik- und Embryonenschutzgesetz.</p>	

Baustein	Inhalt
Moderne Analysemethoden der Biologie	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen, Nutzung und Bedeutung ausgewählter Verfahren
<p>Hinweise:</p> <p>Moderne Analysemethoden (z. B. Elektronenmikroskopie, Genanalyse, Einsatz von monoklonalen Antikörpern, Biosensoren und satellitenunterstützte Kartierungsverfahren) ermöglichen Einblicke in Dimensionen, die bis vor kurzem kaum zugänglich waren. Ausgehend von der betrachteten Problemstellung wird im Unterricht exemplarisch ein Verfahren analysiert.</p> <p>Eine Exkursion zu entsprechenden Einrichtungen ist anzustreben.</p>	

Baustein	Inhalt
Bionik	<ul style="list-style-type: none"> • Anpasstheit natürlicher Konstruktionen und Prozesse • Übertragung auf technische Entwicklungen
<p>Hinweise:</p> <p>Die Untersuchung biologischer Systeme liefert eine Fülle von natürlichen Vorbildern für technisch verwertbare Konstruktionen und Prozesse, z.B. Strukturbionik (Knochenbau - Fachwerkbau), Materialbionik (Wespennestmaterial - Holz in der Papierherstellung), Funktionsbionik (Flugmechanik: Vogel - Flugzeug), Informationsbionik (neuronale Netze - künstliche Intelligenz), Prinzipbionik (Stoffkreisläufe in der Natur - Abfallverwertung). Technisch-biologische Phänomene sind häufig verschiedenen Aspekten der Bionik zuzuordnen (z.B. Vogelflügel).</p> <p>Es soll an mindestens einem Beispiel eine Konstruktion oder ein Prozess als Ergebnis evolutionärer Anpasstheit analysiert und hinsichtlich seiner Effektivität beurteilt werden. Beim anschließenden Vergleich mit der technischen Umsetzung ist eine interdisziplinäre Vorgehensweise erforderlich. Dabei ist eine einseitig mechanistische Deutung von Lebewesen zu vermeiden.</p> <p>Bionik eignet sich gut als Thema für eine praxisorientierte Projektarbeit bzw. polyvalente Kurse.</p>	

Baustein	Inhalt
Reproduktions- technik	<ul style="list-style-type: none"> • Künstliche Besamung • In-Vitro-Fertilisation/Embryotransfer • Klonieren
<p>Hinweise:</p> <p>Die für die Tierproduktion entwickelten Methoden sind prinzipiell auch beim Menschen einsetzbar. Entwicklungsbiologische und hormonphysiologische Grundlagen können bei dieser Thematik erweitert und vertieft werden.</p> <p>In-Vitro-Fertilisation und Embryotransfer werden verstärkt im Humanbereich in Anspruch genommen. In diesem Zusammenhang sollten die Betrachtung von Motiven der Betroffenen, die Analyse juristischer Fragen und die Einschätzung möglicher gesellschaftlicher Konsequenzen im Unterricht thematisiert werden (Embryonenschutzgesetz). Da bei diesem Themenbereich Schülerinnen und Schüler persönlich betroffen sein können, muss hier mit besonderem Einfühlungsvermögen vorgegangen werden.</p> <p>Klonierungen bei Pflanzen und Tieren zeigen die technischen Möglichkeiten (Pflanzen aus Zellkulturen, Mehrlingsbildungen durch Embryotransfer) und die Verknüpfung mit der Gentechnik.</p> <p>Aufbauend auf der fachlichen Basis sollte auch eine methodenkritische und ethische Diskussion zur Ambivalenz dieser Reproduktionstechniken geführt werden. Die zahlreichen fachübergreifenden Aspekte legen eine Zusammenarbeit mit anderen Fächern und außerschulischen Institutionen besonders nahe.</p>	

Baustein	Inhalt
Transplantati- on	<ul style="list-style-type: none"> • Ablauf einer Transplantation • Histokompatibilität
<p>Hinweise:</p> <p>Anhand eines Fallbeispiels sollen Vorbereitung, Durchführung und Nachsorge einer Transplantation dargestellt werden. Aufbauend auf den Kenntnissen zur immunbiologischen Abwehr aus dem Sekundarbereich I lassen sich Ursachen für Unverträglichkeitsreaktionen untersuchen, Probleme der Typisierung von Geweben aufzeigen und Möglichkeiten zur Überwindung von Abstoßungsreaktionen erarbeiten.</p> <p>Probleme der Organspende (Feststellung des Todeszeitpunktes, Zustimmung von Spendern oder Angehörigen) und des Organhandels sind ebenso anzusprechen wie Kostenaspekte. In diesem Zusammenhang ergibt sich die Notwendigkeit ethischer Reflexion.</p>	

Baustein	Inhalt
Sportbiologie	<ul style="list-style-type: none"> • Physiologische Aspekte • Sport als Mittel der Prävention
<p>Hinweise:</p> <p>Die Vernetzung der energiebereitstellenden Prozesse und die Bedeutung von Stoffwechselfeldrehscheiben lassen sich am Beispiel der Vorgänge in Muskeln bei Belastung aufzeigen.</p> <p>Regelungsvorgänge von Atmung und Blutkreislauf können vertieft werden. Der Gewebeaufbau verschieden trainierter Personen kann verglichen sowie die Wirkung von Spezialernährung, Medikamenten/Anabolika/Drogen untersucht werden. Neurophysiologische Aspekte der Bewegungskoordination und deren Optimierung durch Training (Automatisierung) können vertiefend analysiert werden. Untersuchungen am eigenen Körper sind leicht möglich.</p> <p>Die Bedeutung ausgewogener sportlicher Betätigung kann auf dieser Basis herausgestellt werden.</p>	

Baustein	Inhalt
Landwirtschaft Forstwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Vergleich verschiedener Bewirtschaftungsformen in Land- und Forstwirtschaft
<p>Hinweise:</p> <p>Beim Vergleich der landwirtschaftlichen Methoden ist herauszuarbeiten, dass im ökologisch ausgerichteten Betrieb die Bewirtschaftung in möglichst geschlossenen Stoffkreisläufen bei einer Vielfalt erzeugter Produkte im Vordergrund steht. Im konventionellen Landbau besteht hingegen der Trend zur Spezialisierung und Industrialisierung mit den sich daraus ergebenden Problemen (Futtermittel, Düngung, Abfallbeseitigung).</p> <p>Im Pflanzenbau wird insbesondere die Vielfalt der Wechselwirkungen zwischen Boden, Bodenorganismen und angebauten Pflanzen deutlich. In diesem Zusammenhang lassen sich verschiedene Strategien zur Schädlingsbekämpfung und -vermeidung vergleichen (u.a. biologische Schädlingsbekämpfung).</p> <p>Der Trend zur agrarindustriellen Produktion sollte auch vor dem Hintergrund der Welternährungslage diskutiert werden.</p> <p>Entsprechend den in der Landwirtschaft praktizierten unterschiedlichen Wirtschaftsformen finden sich in der Forstwirtschaft vergleichbare Nutzungsformen. Am Beispiel der Waldnutzung lässt sich das Prinzip der Nachhaltigkeit anschaulich erarbeiten.</p> <p>Der Besuch von Betrieben bietet sich an.</p>	

Baustein	Inhalt
Naturschutz und Landschaftspflege	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis gefährdeter Arten und Ökosysteme • Ökologische Bewertung von Landschaftsbestandteilen • Arten- und Biotopschutz • Funktion von Schutzgebieten • Rechtliche Grundlagen
<p>Hinweise:</p> <p>Lokale Konflikte regen an, sich mit der Schutzwürdigkeit bestimmter Gebiete, deren Bewertung und mit Nutzungskonflikten auseinander zu setzen. Dabei sind die Interessen aller Beteiligten abzuwägen. In diesem Zusammenhang werden auch Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen sowie naturschonende Nutzungsformen erörtert. Naturschutz ist Bestandteil eines umfassenden Gesamtkonzepts zur Erhaltung des Naturhaushalts und trägt zur Sicherung der biologischen Vielfalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen bei. Der Unterricht muss den Schülerinnen und Schülern Begründungen für eigenes naturschonendes Verhalten liefern. Es ist sinnvoll, dass sich die Lerngruppe an Naturschutz- und Landschaftspflegemaßnahmen beteiligt.</p>	

Baustein	Inhalt
Wirkung von Medikamenten und Drogen	<ul style="list-style-type: none"> • Wirkungen und Nebenwirkungen • Wirkungsmechanismen ausgewählter Medikamente und Drogen
<p>Hinweise:</p> <p>Die Anwendung von Medikamenten und Drogen im weiteren Sinne gehört zur Alltagserfahrung der Schülerinnen und Schüler.</p> <p>Der Schwerpunkt muss auf der Erarbeitung der biochemischen Wirkungsmechanismen liegen. Zudem soll deutlich werden, dass Eingriffe in Stoffwechselfvorgänge immer auch Auswirkungen auf andere Bereiche des Stoffwechsels haben, die sich langfristig auch in strukturellen Veränderungen von Zellen und Organen und/oder der Psyche zeigen können (z.B. Sucht, Folgeschäden). In Bezug auf Medikamente ist für die Schülerinnen und Schüler die Erkenntnis wesentlich, dass im Falle einer schweren Krankheit die erwünschte positive Wirkung von so hoher Bedeutung ist, dass mögliche Nebenwirkungen akzeptiert werden müssen.</p> <p>Es bietet sich an, jeweils mindestens ein Beispiel aus dem Bereich der Alltagsdrogen (Koffein, Zigarettenrauch, Alkohol) und ein Beispiel aus dem Bereich Medikamente/Drogen zu behandeln (Abführmittel - Osmose; Acetylsalicylsäure - Enzymhemmung; Barbiturate - Bindung an GABA-Rezeptoren; Opiate - präsynaptische Hemmung; Penicillin - Enzymhemmung; eine aktuelle illegale Droge).</p> <p>Medien: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, Krankenkassen</p>	

3.4.2 Kursthemen und Kursfolgen

Die folgenden Tabellen stellen Planungshilfen dar. Damit kann die Lehrkraft bzw. die Fachkonferenz die Berücksichtigung der verpflichtenden Bausteine sowie ihre Verteilung auf die vier Kurshalbjahre überprüfen.

Verteilung von Bausteinen auf die Halbjahre

		Kursthemen →					
Bereich	↓ Baustein	Jahrgang/Kurs →	11	12/1	12/2	13/1	13/2
	Bau und Funktion von Biomembranen						
	Zellzyklus						
	Fortpflanzung						
	Realisierung der genetischen Information						
Stoff- wandel	Fotosynthese, Zellatmung und Gärung						
	Spezielle Aspekte des Energieumsatzes						
	Hormonelle Regulation						
Moleku- larbiologie u. Entw. d. Kl.	Gene und Merkmalsbildung						
	Regulation der Genaktivität						
	Immunreaktionen						
Informations- verarbeitung u. Verhalten	Reizaufnahme, Erregungsbildung und - weiterleitung						
	Nervensystem						
	Wahrnehmung						
	Verhalten						
Ökologie	Analysen in einem Ökosystem						
	Reaktionen von Lebewesen auf Umweltfakto-						
	Wechselwirkungen zwischen Lebewesen						
	Produktivität und Energiefluss in Ökosystemen						
	Veränderungen von Ökosystemen						
Evolu- tion	Ursachen der Evolution						
	Verlauf der Evolution						
	Evolution des Menschen						
Angewandte Biologie (mind. 1 in der Vorstufe, mind. 4 in der Kursstufe)	Biotechnik						
	Gentechnik						
	Moderne Analysemethoden der Biologie						
	Bionik						
	Reproduktionstechnik						
	Transplantation						
	Sportbiologie						
	Landwirtschaft, Forstwirtschaft						
	Naturschutz und Landschaftspflege						
Wirkung von Medikamenten und Drogen							

Erwerb fachlicher Qualifikationen

Kursthemata →					
Jahrgang/Kurs →	11	12/1	12/2	13/1	13/2
Beobachten und Beschreiben					
Bestimmen von Organismen					
Entwickeln von Hypothesen					
Planen, Ausführen, Dokumentieren von Experimenten					
Auswerten von Beobachtungen, Messdaten und grafischen Darstellungen					
Entwickeln von Modellen, Arbeit mit Modellen					
Arbeit mit Texten					
Erstellen von Fachtexten, Präsentation von Arbeitsergebnissen					
Methodenreflexion					
Diskussion ethischer Fragestellungen					

--	--	--	--	--	--	--

3.4.3 Beispiele für Kursfolgen und Kursthemen

Jede Fachlehrerin und jeder Fachlehrer kann unter Berücksichtigung der Vorgaben der Fachkonferenz eigene Kursthemen und Kursfolgen konzipieren.

Die nachstehenden Kursfolgen sind unverbindliche Vorschläge. Sie zeigen mögliche Verteilungen von Bausteinen, zusammengefasste Unterrichtseinheiten, wobei die Freiräume für Erweiterungen und Vertiefungen einbezogen sind. Die zeitliche Ausdehnung der einzelnen Unterrichtseinheiten geht daraus nicht hervor.

Kursfolge I

Jahr-gang	1. Halbjahr	2. Halbjahr
12	Stadtökologie	Nahrung und Nahrungskonsum
13	Herkunft und Zukunft des Menschen	Wahrnehmung und Interaktion

Kursfolge II

12	Information und Kommunikation in lebenden Systemen	Der Mensch als Ökofaktor
13	Gesundheit und Krankheit des Menschen	Entwicklung und Zukunft biologischer Systeme

Kursfolge III

12	Der Stoffwechsel und seine Regulation	Lebensprozesse in Ökosystemen
13	Informationsverarbeitung in Nervensystemen	Biologische Technik im Dienste der Gesundheit

Kursfolge I

Kursthema 12/1: Stadtökologie		
LEITLINIEN UND QUALIFIKATIONEN, die in besonderem Maße berücksichtigt werden: Grundphänomene des Lebendigen, Umweltbildung, Emotionale Dimension; Beobachten und Beschreiben, Bestimmen von Organismen, Auswerten von Beobachtungen und Messdaten, Präsentation von Arbeitsergebnissen		
Unterrichtseinheit	Bausteine ⁵⁾	Bemerkungen
Produzenten und Konsumenten	Analysen in einem Ökosystem Fotosynthese Moderne Analysemethoden der Biologie	Messungen und Bestimmungsübungen im Nahraum (z.B. an einer Hecke, in einem Stadtteich, einem Park oder im Schulgarten) Fotosynthese als stoffliche und energetische Grundlage von Nahrungsketten, Energieumformungen, ökologische Faktoren und Fotosyntheseleistung im Experiment LK: systematische, vergleichende Kartierung (z.B. Punktrasterkartierung) z.B. chromatografische und fotometrische Verfahren, Enzymtests
Tiere und Pflanzen in der Stadt	Reaktionen von Lebewesen auf Umweltfaktoren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen Verhalten	Bestandsaufnahme von Lebewesen und Ökofaktoren einer Stadt, z.B. Temperaturprofile und Feuchtigkeit Lebewesen an extremen Standorten: in Pflasterritzen oder auf Flachdächern, Versuche zur ökologischen Präferenz mit Asseln LK: Flechten als Bioindikatoren, CAM-Pflanzen inter- und intraspezifische Konkurrenz; Räuber-Beute-Systeme in der Stadt; Summationsgifte ökologische Bedingungen und Überlebensstrategien bei Kulturfolgern, Mensch-Tier-Beziehungen in der Stadt, Stressfaktoren in der Stadt
Refugien in der Stadt	Veränderungen von Ökosystemen	Sammeln von Informationen über die zeitliche und räumliche Sukzession z.B. in Zusammenhang mit der Schaffung eines Erholungsgebietes mit einem Gewässer, pflanzensoziologische Aufnahmen
Ausgewählte Umweltprobleme in der Stadt	Biotechnik	Wasserkreislauf und Abwasseraufbereitung; Abfall, Müllverbrennung - Kompostierung - Recycling; Kooperation mit den entsprechenden öffentlichen Einrichtungen; Konzepte zum Umweltschutz; Stickstoffkreislauf

⁵⁾ Bausteine aus dem Themenbereich Angewandte Biologie sind grau hinterlegt.

Kursfolge I

Kursthema 12/2: Nahrung und Nahrungskonsum		
LEITLINIEN UND QUALIFIKATIONEN, die in besonderem Maße berücksichtigt werden: Umweltbildung, Gesundheitserziehung, Ethische Reflexion; Auswertungen von Beobachtungen, Messdaten und grafischen Darstellungen; Planen, Ausführen, Dokumentieren von Experimenten; Methodenreflexion		
Unterrichtseinheit	Bausteine ⁶⁾	Bemerkungen
Pflanzliche Produktion und ökologische Folgen	Veränderungen von Ökosystemen	Herausarbeiten anthropogener Einflüsse beim Vergleich verschiedener landwirtschaftlicher Produktionsformen, Artenvielfalt, Schädlingsbekämpfung und -vermeidung
	Landwirtschaft	
Tierproduktion und ökologische Folgen	Gene und Merkmalsbildung	Formen der Tierhaltung, genetische Variabilität als Grundlage der Tierzucht, neuere Methoden zur Tierproduktion: Embryonentransfer, Klonierung LK: planmäßige Änderung des genetischen Materials durch gentechnische Verfahren: Gentransfer, DNA-Design
	Reproduktionstechnik	
Ernährung des Menschen	Produktivität und Energiefluss in Ökosystemen	Energieentwertung in der Nahrungskette, Stoffkreisläufe, Gülleproblem, Treibhauseffekt
	Zellatmung und Gärung	Zusammensetzung von Nahrungsmitteln und Enzymwirkungen im Experiment, Versuche zur Zellatmung und Gärung, Stoffwechseldrehscheiben, Ernährungsstörungen, verschiedene Formen der Ernährung, Probleme der Welternährung Physiologische Brennwerte von Nährstoffen, Grund- und Leistungsumsatz, Wirkungsgrad Atmung/Gärung, ATP-Verbrauch bei der Muskelkontraktion LK: Veränderungen bei Stoffwechsel und Organen durch Training oder Veränderung des Grundumsatzes durch hormonelle Einflüsse (Schwangerschaft, Schilddrüsenstörungen, Diabetes)
Spezielle Aspekte des Energieumsatzes		
Mikrobielle Lebensmittelherstellung oder Genfood	Biotechnik	Experimente mit Milchsäurebakterien oder Hefepilzen Lebensmittel aus gentechnisch veränderten Pflanzen
	oder Gentechnik	

⁶⁾ Bausteine aus dem Themenbereich Angewandte Biologie sind grau hinterlegt.

Kursfolge I

Kursthema 13/1: Entstehen der Vielfalt		
LEITLINIEN UND QUALIFIKATIONEN, die in besonderem Maße berücksichtigt werden: Wissenschaftspropädeutik, Ethische Reflexion; Auswerten von Beobachtungen, Messdaten und grafische Darstellungen; Arbeit mit Texten; Diskussion ethischer Fragestellungen		
Unterrichtseinheit	Bausteine ⁷⁾	Bemerkungen
Vom Einfachen zum Komplexen	Verlauf der Evolution	Hypothesen zur Entstehung einfacher Lebensformen, Überblick über die Stammesgeschichte, Diversifikation und Aussterben von Arten; Pro- und Regressionsreihen, Homologien und Rudimente bei den Wirbeltieren einschließlich des Menschen als Hinweise auf Verwandtschaften LK: Chemische und biochemische Evolution, Hypercyclen
	Ursachen der Evolution	genetische Variabilität und Selektionsbedingungen; Grenzen der Erklärbarkeit durch die Evolutionstheorie
Verwandtschaft und Stammbaum des Menschen	Evolution des Menschen	Stammbaumanalysen unter Einbeziehung der ökologischen Ebene, anatomische Besonderheiten des Menschen
	Nervensystem Verhalten	Evolution des Nervensystems im Überblick, Großhirnentwicklung Genetische Disposition und erfahrungsbedingte Formung des Verhaltens, einsichtiges Verhalten, Sprachfähigkeit, kulturelle Evolution des Menschen LK: wissenschaftspropädeutisches Arbeiten in der Ethologie an Originalarbeiten
Zukunft des Menschen	Regulation der Genaktivität	Einblick in die Embryonalentwicklung, Modell zur differenziellen Genaktivität
	Hormonelle Regulation	Hormonausschüttung, Störungen und Folgen davon; mögliche Beispiele: Zivilisationskrankheit Diabetes, Stress und die Auswirkungen auf die Ausschüttung von Sexualhormonen bzw. auf das Altern
	Gentechnik	Plan- und Veränderbarkeit des menschlichen Genoms als eine Konsequenz der kulturellen Evolution

⁷⁾ Bausteine aus dem Themenbereich Angewandte Biologie sind grau hinterlegt.

Kursfolge I

Kursthema 13/2: Wahrnehmung und Interaktion		
LEITLINIEN UND QUALIFIKATIONEN, die in besonderem Maße berücksichtigt werden: Wissenschaftspropädeutik, Grundphänomene des Lebendigen, Emotionale Dimension, Entwickeln von Hypothesen; Entwickeln von Modellen; Arbeit mit Modellen; Methodenreflexion		
Unterrichtseinheit	Bausteine ⁸⁾	Bemerkungen
Erfahrbare Umwelt	Reizaufnahme, Erregungsbildung und -weiterleitung	Vergleich von Rezeptoren verschiedener Arten, Angepasstheit an spezifische Umwelten, Experimente zur Sinnesphy- siologie, Präparation von Sinnesorga- nen, Erregungsleitung und Verrechnungsvorgänge
	Nervensystem Wahrnehmung	Interpretation der erfassten Daten durch das Gehirn, artspezifische und individuell bedingte Wahrnehmung, Einfluss des vegetativen Nervensystems; modellhafte Vorstellungen als Hilfsmit- tel zum Verständnis, Methodenreflexi- on, Stress und Stressbewältigung LK: erweiterte Kenntnis von beteiligten Hirnstrukturen, Veränderungen der Wahrnehmung infolge von Erkrankun- gen, z.B. Hirnnerven-symptome bei Patienten mit Multipler Sklerose
	Wirkung von Medika- menten und Drogen	z.B. Wirkung von Schmerzmitteln und Halluzinogenen
Kommunikation zwischen Lebewesen	Verhalten	Kommunikationssignale in verschiede- nen Umwelten und bei verschiedenen Arten, sprachähnliche Kommunikation bei Schimpansen, Lernen und Gedächt- nisbildung, Konsequenzen für das eige- ne Lernverhalten
Kommunikation zwischen Zellen	Immunreaktionen	Reifung des Immunsystems bei Neuge- borenen; Stress und Immunsystem: z.B. Schwä- chung des Immunsystems bei Kindern mit Deprivationssyndrom, Folgen von Lärm; Auswirkungen der HIV Infektion auf die Kommunikation der Abwehrzellen LK: Erweiterung der Kenntnisse zum Immunsystem: Prägung der T- Lymphocyten im Thymus, Autoimmun- erkrankungen, Immunsuppression bei Transplantationen

⁸⁾ Bausteine aus dem Themenbereich Angewandte Biologie sind grau hinterlegt.

Kursfolge II

Kursthema 12/1: Information und Kommunikation in lebenden Systemen		
LEITLINIEN UND QUALIFIKATIONEN, die in besonderem Maße berücksichtigt werden: Wissenschaftspropädeutik, Gesundheitserziehung, Emotionale Dimension, Grundphänomene des Lebendigen; Planen, Ausführen und Dokumentieren von Experimenten; Entwickeln von Modellen; Arbeit mit Modellen		
Unterrichtseinheit	Bausteine ⁹⁾	Bemerkungen
Einfache Kommunikationsprozesse	Nervensystem Verhalten	Versuche zu Reflexen, Reaktionen auf Signale anderer Lebewesen, Entwicklung eines black-box-Schemas, Klärung des Systembegriffs LK: Vergleich verschiedener Verhaltensweisen, quantitative Experimente (Messung der Reaktionsgeschwindigkeit u.a.)
Sinnesorgane als Wandler und Filter von Außenreizen - z.B. Sehen und Hören	Reizaufnahme, Erregungsbildung und Weiterleitung Wirkung von Medikamenten und Drogen	Beispiele für elektrophysiologische und biochemische Funktionsanalysen von Rezeptoren, Informationsverarbeitung in Sinnesorganen, selektive Rezeption der Umwelt LK: Vergleich verschiedener Rezeptoren, Anpasstheit an spezifische Umwelten, Schädigungen durch Außenfaktoren
Informationsverarbeitung im Nervensystem	Reizaufnahme, Erregungsbildung und Weiterleitung Nervensystem Wahrnehmung	Bau, Funktion und Verschaltung von Nervenzellen Bau des Nervensystems LK: Vergleich verschiedener Nervensysteme unter evolutionsbiologischen Gesichtspunkten
Bewegungskoordination	Nervensystem Bionik	Bau und Funktion von Muskeln und Kleinhirn, Veränderungen durch Bewegungstraining LK: Vergleich der Funktion des Kleinhirns bei verschiedenen Wirbeltieren, Bewegungsmechanik, technische Nutzung
zelluläre Kommunikation durch Botenstoffe	Reizaufnahme, Erregungsbildung und Weiterleitung hormonelle Regulation Immunreaktionen	Beispiele für verschiedenartige Synapsenvorgänge, Verknüpfung neuronaler und hormoneller Faktoren bei Stress (zelluläre Ebene), Analyse von Immunprozessen (exemplarisch) LK: Wirkung von Neurotoxinen, Bedeutung von Opiatrezeptoren, Einfluss von Stress auf das Immunsystem
Entwicklung und Flexibilität des menschlichen Verhaltens	Nervensystem Wahrnehmung Verhalten	Verhalten von Neugeborenen, Reifung des NS, Folgen von Mangelernährung, vom einfachen zum komplexen Lernen, Lerntypen, Konsequenzen für das eigene Lernverhalten LK: Gedächtnisbildung und Vergessen, Sozialverhalten

⁹⁾ Bausteine aus dem Themenbereich Angewandte Biologie sind grau hinterlegt

Kursfolge II

Kursthema 12/2: Der Mensch als Ökofaktor		
LEITLINIEN UND QUALIFIKATIONEN, die in besonderem Maße berücksichtigt werden: Umweltbildung, Wissenschaftspropädeutik, ethische Aspekte; Beobachten und Beschreiben, Bestimmen von Organismen, Präsentation von Arbeitsergebnissen im Rahmen von Facharbeiten		
Unterrichtseinheit	Bausteine ¹⁰⁾	Bemerkungen
Einbindung des Menschen in Stoffkreisläufe und Energiefluss	Zellatmung und Gärung (Fotosynthese) Produktivität und Energiefluss in einem Ökosystem	Atmung und Stoffwechsel des Menschen (Versuche, biochemischer Ablauf), Energiebindung durch die Produzenten und Bedeutung für den Menschen LK: Vertiefung der besonderen Rolle des Menschen, Produktivität verschiedener Ökosysteme
Bevölkerungsentwicklung und Ernährung	Wechselwirkungen zwischen Lebewesen (Populationsdynamik, innerartliche Konkurrenz) Biotechnik, Gentechnik	Populationsdynamik des Menschen, Probleme der Welternährung, Möglichkeiten und Bedeutung bio- und gentechnischer Verfahren für die Ernährung LK: Analyse von Welternährungsmodellen und Vertiefung gentechnischer Verfahren
Schulnahes Ökosystem - Einflüsse des Menschen	Analysen in einem Ökosystem	Bestandsaufnahme in einem anthropogen geformten Ökosystem LK: vertiefte Bestandsaufnahme, Vergleich mit Literaturdaten
Der Mensch erobert und verändert Lebensräume	Reaktion von Lebewesen auf Umweltfaktoren Ursachen der Evolution Veränderungen von Ökosystemen	Anthropogen beeinflusste Lebensräume: Nutzung und Veränderung, Eingriffe in Stoffkreisläufe, Ressourcenerschöpfung und Prinzip der Nachhaltigkeit, Variabilität und spezifische Anpassungen verschiedener Tiere und Pflanzen gegenüber veränderten abiotischen Faktoren, Neophyten LK: Vergleich verschiedener Nutzungsformen
Nutzungs- und Nahrungskonkurrenz	Wechselwirkungen zwischen Lebewesen	Konkurrenz zu anderen Lebewesen: Veränderungen ökologischer Beziehungen in Biozöosen, Artenverdrängung, Vergleich verschiedener Methoden des Pflanzenschutzes LK: Computermodelle ökologischer Gleichgewichte und Grenzen, Klimahypothesen
Umweltprobleme und Lösungsmöglichkeiten in der Region	Veränderungen von Ökosystemen Naturschutz und Landschaftspflege Biotechnik	Z. B.: Auswahl aus: Bodenerosion – Bodenschutz, Bodenversiegelung und Artenverarmung - Naturschutz und Biotoppflege, Gewässerverödung – Gewässerschutz, Nitratproblem – Trinkwasserschutz, Treibhauseffekt - Nutzung von Biomasse, Abfallentsorgung – Ressourcenschonung. LK: Vergleich verschiedener Pflege- und Schutzmaßnahmen (Facharbeiten)

¹⁰⁾ Bausteine aus dem Themenbereich Angewandte Biologie sind grau hinterlegt

Kursfolge II

Kursthema 13/1: Gesundheit und Krankheit des Menschen		
LEITLINIEN UND QUALIFIKATIONEN, die in besonderem Maße berücksichtigt werden: Gesundheitserziehung, Emotionale Dimension, Ethische Reflexion; Auswerten von Beobachtungen, Messdaten und grafischen Darstellungen; Methodenreflexion		
Unterrichtseinheit	Bausteine ¹¹⁾	Bemerkungen
Nährstoff- und Energieversorgung des Menschen	Zellatmung und Gärung Spezielle Aspekte des Energieumsatzes	Nährstoffe und Energieinhalt, Grund- und Leistungsumsatz, Herz- und Kreislaufregulation, spezifische Anpassungen an verschiedene Lebensräume, LK: Mangelernährung, Muskelstoffwechsel und -aufbaudiäten, Dopingprobleme
Lebensrhythmus - Leistung und Erholung beim Menschen	hormonelle Regulation Nervensystem	Innere Uhr, circadiane und andere Rhythmen, Vergleich mit Lebensrhythmen bei anderen Lebewesen, Bedeutung von Entspannung und Schlaf, Vergleich von EKG-, EEG-Profilen LK: psychosomatische Aspekte, Störungen der Herz-Kreislauf-Regulation
humangenetische Aspekte	Gene und Merkmalsbildung Regulation der Genaktivität Gentechnik	Merkmalsausprägung durch das Zusammenspiel von Genen und Umweltfaktoren, Beispiele für monogen und polygen bedingte Merkmale und Störungen, DNA-Analyse und Krankheitsdispositionen LK: humangenetische Beratung, Anwendungsbereiche und Grenzen der Genanalyse
Infektionskrankheiten und Immunabwehr	Immunreaktionen Gene und Merkmalsbildung Biotechnik	Beispiele für Bakterien-, Pilz- und Virusinfektionen und entsprechende Immunantworten, molekulare Aspekte der HIV-Infektion und AIDS-Therapie, sozialhygienische und wissenschaftshistorische Aspekte von Epidemien LK: gentechnische Produktion von Impfstoffen, biotechnische Schulexperimente mit Mikroorganismen, Antibiotika-Produktion
Gesundheitsgefährdung durch Drogen und Schadstoffe	Medikamente und Drogen Transplantation	Ausgewählte Beispiele: Kreislaufkrankungen und Krebs durch Rauchen, Leber- und Nierenerkrankungen durch Alkohol u.a. Toxine LK: Transplantation und ethische Aspekte
Zelluläre und molekularbiologische Aspekte des Krebsproblems	Regulation der Genaktivität hormonelle Regulation	Theorien zur Entstehung von Tumorzellen: molekularbiologische Grundlagen, Wirkungsmechanismus von Hormonen, Möglichkeiten biochemischer Therapieformen LK: Bedeutung des Immunsystems für die Bekämpfung von Tumorzellen

¹¹⁾ Bausteine aus dem Themenbereich Angewandte Biologie sind grau hinterlegt

Kursfolge II

Kursthema 13/2: Entwicklung und Zukunft biologischer Systeme		
LEITLINIEN UND QUALIFIKATIONEN, die in besonderem Maße berücksichtigt werden: Wissenschaftspropädeutik, Grundphänomene des Lebendigen; Methodenreflexion, Entwickeln von Hypothesen, Arbeit mit Texten, Diskussion ethischer Fragestellungen		
Unterrichtseinheit	Bausteine ¹²⁾	Bemerkungen
Entstehung des Lebens	Verlauf der Evolution (Zellatmung und Gärung, Fotosynthese)	Chemische und biologische Evolution, Hypothesen zur Entstehung von einfachen Lebensformen, Pro- und Eukaryoten - Analyse von Belegen LK: Millerversuch, vertiefte Einbeziehung der Hypothesen zur Uratmosphäre
Vom Einzeller zum Menschen Belege und Hypothesen für die Entwicklung der Lebewesen	Verlauf der Evolution Evolution des Menschen	Überblick über das System der Lebewesen, Belege für die Verwandtschaft der Lebewesen und für den möglichen Ablauf der Evolution aus verschiedenen Bereichen der Biologie, Beispiele für Homologie und Analogie, Hypothesen zu den ökologischen Bedingungen der Humanevolution LK: DNA-Hybridisierungstechnik, Fossiliensammlung, Methoden zur Altersbestimmung von Fossilien
Evolutionsprozesse in Vergangenheit und Gegenwart - die Rolle der Evolutionsfaktoren	Ursachen der Evolution Veränderungen in Ökosystemen	Wesentliche Faktoren von Evolutionsprozessen am Beispiel aktueller Vorgänge: Mutation und Selektion anhand der Resistenzbildung von Pflanzenschädlingen und Krankheitserregern, Klonselektion im Immunsystem, Veränderungen von Populationsvariabilitäten (Birkenspanner, Hainschnirkelschnecken), Neubesiedelungsvorgänge, Koevolution am Beispiel von Bissystemen, Hypothesen zur Artbildung LK: computergestützte Simulation von Evolutionsprozessen, die besondere Verantwortung des Menschen für künftige Evolutionsvorgänge
Lebewesen nach Plan	Reproduktionstechnik Gene und Merkmalsbildung Gentechnik	Reproduktions- und Klonierungstechniken bei Säugetieren, Eingriffe in das Genom verschiedener Lebewesen (Gentransfer, Gentherapie im Überblick) LK: Vertiefung der Gentransfertechniken, Möglichkeiten und Grenzen für die Produktion und Nutzung transgener Lebewesen

Kursfolge III

¹²⁾ Bausteine aus dem Themenbereich Angewandte Biologie sind grau hinterlegt

Kursthema 12/1: Der Stoffwechsel und seine Regulation		
LEITLINIEN UND QUALIFIKATIONEN, die in besonderem Maße berücksichtigt werden: Grundphänomene des Lebendigen, Wissenschaftspropädeutik, Gesundheitserziehung; Beobachten und Beschreiben; Entwickeln von Hypothesen; Planen, Ausführen, Dokumentieren von Experimenten; Auswerten von Beobachtungen, Messdaten und grafische Darstellungen; Arbeit mit Modellen; Methodenreflexion		
Unterrichtseinheit	Bausteine ¹³⁾	Bemerkungen
Nährstoffe liefern Energie und Baustoffe	Zellatmung und Gärung Spezielle Aspekte des Energieumsatzes	Versuche zu Gärung und Atmung, allosterische u. kompetitive Regulation, Glykolyse, Tricarbonsäurezyklus und Endoxidation, Aktivierung durch Phosphorylierung, ATP-Aufbau durch Hydrolyse energiereicher Stoffe und durch oxidative Phosphorylierung, Bau und Funktion von Mitochondrien, Regeneration von NAD ⁺ durch Gärung, Stoffwechselwege im Zusammenhang, Rückkopplungen und Vernetzung, Stoffwechseldrehscheiben LK: Weiterführende Versuche zur Enzymatik (Erweiterung von Stoff der Vorstufe); Effekte von Konzentrationsgefällen, verschiedene Formen der Gärung (auch als Facharbeiten möglich) Energetische Kopplung durch ATP, Wirkungsgrad Atmung / Gärung, ATP-Verbrauch bei Muskelkontraktion
Gene steuern den Stoffwechsel	Gene und Merkmalsbildung Regulation der Genaktivität	Bedeutung der Proteinsynthese für die Steuerung des Stoffwechsels: PKU, Sichelzellanämie u.a. (Erweiterung von Stoff der Vorstufe), Variabilität Transkriptionskontrolle nach dem Operon-Modell LK: Kontrolle der Genexpression bei Eukaryoten
Gene und Umwelt wirken zusammen	Sportbiologie Hormonelle Regulation	Ernährung für Sportler, Training, Sauerstoffbindung an Hämoglobin LK: Regulation der Atmung Beispiel Adrenalin (evtl. Insulin), Regulation, Wirkung, Verbindung zum Nervensystem LK: Anabolika
Leben begann mit selbstreguliertem Stoffumsatz	Moderne Analysemethoden der Biologie Verlauf der Evolution I Fotosynthese (Kurzfassung)	Aminosäuresequenzanalyse, Cytochromstammbaum Chemische Evolution, Protobionten, Hyperzyklen, erste Lebewesen, Gärung, Fotosynthese, Endosymbiontentheorie LK: verschiedene Hypothesen zur frühen Evolution

¹³⁾ Bausteine aus dem Themenbereich Angewandte Biologie sind grau hinterlegt

Kursfolge III

Kursthema 12/2: Lebensprozesse in Ökosystemen		
LEITLINIEN UND QUALIFIKATIONEN, die in besonderem Maße berücksichtigt werden: Grundphänomene des Lebendigen, Wissenschaftspropädeutik, Umweltbildung, Emotionale Dimension, Ethische Reflexion; Bestimmen von Organismen, Arbeit mit Texten, Erstellen von Fachtexten, Präsentation von Arbeitsergebnissen, Methodendiskussion, Diskussion ethischer Fragestellungen		
Unterrichtseinheit	Bausteine ¹⁴⁾	Bemerkungen
Jedes Ökosystem ist anders, aber es gibt Gesetzmäßigkeiten	Reaktionen von Lebewesen auf Umweltfaktoren	Auswerten von Texten, Tabellen, Grafiken, Zeigerwerte, ökologische Toleranz, ökologische Nische, Variabilität LK: Osmo- und Thermoregulation
	Analysen in einem Ökosystem	Buchenmischwald auf Kalkboden: Bodenuntersuchungen, Erfassen von physikalischen und chemischen Faktoren, Bestimmungsübungen LK: Vegetationsaufnahmen
	Wechselwirkungen zwischen Lebewesen	Nahrungsbeziehungen, intra- und interspezifische Konkurrenz, Populationsdynamik, Untersuchungen am Flaschengarten (Moos, Farn, Bodenlebewesen) LK: Schädlingsbekämpfung
Ökosysteme leben von Licht, Luft und Wasser	Produktivität und Energiefluss in Ökosystemen	Brutto- und Nettoproduktion, Vergleich verschiedener Ökosysteme, Energiepyramiden, Stickstoffkreislauf, Anreicherung in Nahrungsketten LK: Stofftransport in Pflanzen Varianten der Fotosynthese
	Moderne Analysemethoden der Biologie	Überwachung von Luft, Gewässern, Boden, Konzepte im Umweltschutz, Kooperation mit einem Untersuchungsamt, Deutung von Prognosen, ethische Fragen
Ökosysteme entwickeln sich	Veränderungen in Ökosystemen	Sukzession (z.B. nach Kahlschlag), jahreszeitliche Änderungen, "ökologisches Gleichgewicht" LK: Tropischer Regenwald
	Verlauf der Evolution II	Fossilien als Belege für den Ablauf der Evolution und für klimatische Veränderungen, Beschreibung der Erdzeitalter LK: Methoden der Altersbestimmung
	Ursachen der Evolution	Evolutionenfaktoren und ihr Zusammenwirken, Artbildung, Koevolution, wissenschaftshistorische Aspekte

¹⁴⁾ Bausteine aus dem Themenbereich Angewandte Biologie sind grau hinterlegt

Kursfolge III

Kursthema 13/1: Informationsverarbeitung in Nervensystemen		
LEITLINIEN UND QUALIFIKATIONEN, die in besonderem Maße berücksichtigt werden: Grundphänomene des Lebendigen, Wissenschaftspropädeutik, Gesundheitserziehung, Emotionale Dimension, Ethische Reflexion Entwickeln von Hypothesen, Methodenreflexion, Diskussion ethischer Fragestellungen		
Unterrichtseinheit	Bausteine ¹⁵	Bemerkungen
Signale werden ausgewählt	Wahrnehmung	Übersicht Sinnesleistungen bei Tieren, Versuche zur Subjektivität und Selektivität von optischer und akustischer Wahrnehmung bei Menschen, Kopplung der Wahrnehmung mit emotionaler Bewertung, Angepasstheit der Wahrnehmung
Im Nervensystem entstehen Eindrücke von Innen- und Außenwelt	Reizaufnahme, Erregungsbildung und -weiterleitung Nervensystem Moderne Analysemethoden der Biologie Wirkung von Medikamenten und Drogen	Bau und Funktion des menschlichen Ohres, Sinnes- und Nervenzellen, Versuche zu Hörschwellen, Rezeptor-, Ruhe- und Aktionspotential, Synapsenvorgänge, emotionale und soziale Folgen von Schwerhörigkeit LK: Grundlagen der Schallmessung und -bewertung, Vergleich verschiedener Typen von Sinneszellen / Sinnesorganen Bau und Funktion von ZNS, peripherem Nervensystem und vegetativem Nervensystem, Zusammenwirken, Deutung von Fallbeispielen (Hören, Lesen, Sprechen), Stress: Verknüpfung Nervensystem - Hormonsystem, physiologische und psychische Wirkungen von Geräuschen, subjektive Einschätzung und objektives Gefährdungspotenzial, Möglichkeiten der Stressprophylaxe LK: Methoden der Gehirnforschung, ethische Fragen neurobiologische Befunde zur Entstehung von Angst, physiologische Wirkung von Alkohol, Suchtentstehung LK: Wirkung von Barbituraten
Flexibilität des Verhaltens ist typisch für Menschen	Verhalten Evolution des Menschen	Lernversuche, Gedächtnisbildung, einsichtiges Verhalten, Aspekte des Sozialverhaltens, Zwillingsforschung, Methodenreflexion LK: Vogelgesang, Sprachentwicklung beim Kind Befunde zur Stammesentwicklung von Homo, "Rassen"? – Methodenreflexion. kulturelle Evolution LK: Zusammenhänge zwischen Nahrungssuche, Nahrungsverwertung und Gehirnentwicklung bei Primaten

¹⁵⁾ Bausteine aus dem Themenbereich Angewandte Biologie sind grau hinterlegt

Kursfolge III

Kursthema 13/2: Biologische Technik im Dienste der Gesundheit		
LEITLINIEN UND QUALIFIKATIONEN, die in besonderem Maße berücksichtigt werden: Wissenschaftspropädeutik, Gesundheitserziehung, Emotionale Dimension, Ethische Reflexion; Beobachten und Beschreiben, Entwickeln von Hypothesen, Arbeit mit Texten, Methodenreflexion, Diskussion ethischer Fragestellungen		
Unterrichtseinheit	Bausteine ¹⁶	Bemerkungen
Das Immunsystem lernt aus Erfahrungen	Immunreaktionen	Zelluläre und humorale Immunantwort, Bau und Entstehung von Immunzellen und Antikörpern, Antigene, Pflege des Immunsystems, aktive und passive Immunisierung, HIV: Test, Wirkung, Therapieansätze LK: Allergien
	Transplantation	Blutspende und -Transfusion, Blutgruppenunverträglichkeit, Versuche mit "künstlichem Blut", Diskussion von Infektionsrisiken LK: Nierentransplantation, Immunsuppression, ethische Reflexion (Spendebereitschaft, Organhandel, Xenotransplantation)
Molekulare Detektive sind vielseitig einsetzbar	Biotechnik	Monoklonale Antikörper aus Hybridomzellen
	Moderne Analysemethoden der Biologie	Einsatz zum Schwangerschaftstest und für andere Zwecke mögliche Fehlerquellen
Bakterien lesen menschliche Gene	Gentechnik (Hormonelle Regulation)	Verfahren der Gentechnik: Erkennen, Schneiden, Rekombinieren, Übertragen und Vervielfachen von Genen; Beispiele Somatostatin und Somatotropin, Wirkung der Hormone, Diskussion von Anwendungsproblemen Diskussion möglicher Gefahren von rekombinanter DNA
Menschen verbünden sich mit Pilzen im Kampf gegen Bakterien	Biotechnik Wirkung von Medikamenten	Mikroskopieren von <i>Penicillium caseicola</i> (Camembert); Penicillin: Entdeckung, Wirkung durch kompetitive Enzymhemmung, Resistenz durch β -Lactamase, Allergien; Notwendigkeit ständiger Abwandlungen LK: verfahrenstechnische Aspekte; Maßnahmen zur Verminderung weiterer Resistenzentwicklung

¹⁶⁾ Bausteine aus dem Themenbereich Angewandte Biologie sind grau hinterlegt

4 Durchführung des Biologieunterrichts

4.1 Aufgaben der Fachkonferenz

Die Fachkonferenz macht einerseits verbindliche Vorgaben bezüglich der inhaltlichen und organisatorischen Gestaltung von Unterricht, andererseits hat sie beratende und unterstützende Funktion.

Im Einzelnen nimmt sie folgende Aufgaben wahr:

- Sie legt jeweils für das erste und zweite Kurshalbjahr die verbindlichen Bausteine fest.
Sie berät über Kursthemen und Realisierung der Leitlinien.
- Die Fachkonferenz diskutiert Grundsätze der Leistungsbewertung und sorgt für einheitliche Regelungen.
- Sie legt Rahmenbedingungen für die Facharbeit fest.¹⁷⁾
- Die Fachkonferenz trifft in Zusammenarbeit mit anderen Fachkonferenzen nötige inhaltliche Absprachen zwischen den Fächern.
- Sie erarbeitet Möglichkeiten zur Öffnung von Schule. Sie ist aufgefordert, die Kolleginnen und Kollegen bei diesbezüglichen Aktivitäten konstruktiv zu unterstützen.

4.2 Unterrichtsorganisation

Um die in Kapitel 1 genannten Anforderungen an den Biologieunterricht zu erfüllen, müssen Lernprozesse so organisiert werden, dass die Schülerinnen und Schüler langfristig in die Lage versetzt werden,

- Wissen durch selbstständiges Lernen zu erwerben bzw. zu erweitern,
- erworbenes Fachwissen einzuordnen,
- wissenschaftsorientiert zu arbeiten,
- wissenschaftliche Kreativität zu entwickeln,
- die Fähigkeit zu fachgerechter Kommunikation zu erwerben,
- auf der Grundlage fachlichen Wissens Entscheidungen zu treffen,
- sich ihre Erlebnisfähigkeit gegenüber biologischen Phänomenen zu bewahren,
- verantwortlich für sich selbst, andere und die Umwelt zu urteilen und zu handeln,
- ihre Wahrnehmungsfähigkeit zu erweitern.

Lernprozesse im Biologieunterricht können ausgelöst werden durch

¹⁷⁾ „Die selbständige wissenschaftspropädeutische Arbeit (Facharbeit) in der gymnasialen Oberstufe und im Fachgymnasium - Hinweise und Empfehlungen für die Schule“, SVBl. 1998, S.22ff

- originale Begegnung mit Lebewesen,
- Beobachtungen und Experimente,
- Materialien mit Problemgehalt,
- Fragen, die im Unterricht entstehen,
- Ereignisse außerhalb des Biologieunterrichts.

Der forschende und experimentelle Umgang mit biologischen Sachverhalten bildet so oft wie möglich den Ausgangs- und Mittelpunkt des Unterrichts. Sicherheits-, Naturschutz- und Tierschutzbestimmungen sind zu beachten.¹⁸⁾

Exkursionen und Freilandarbeit fördern im besonderen Maße Motivation und Kooperation sowie Aktivität der Schülerinnen und Schüler.

Exkursionen dienen dazu, den Schülerinnen und Schülern Einblicke in Flora und Fauna und außerschulische Lernorte zu geben. Wesentlich für den Erfolg von Exkursionen ist die unterrichtliche Einbindung mit einer sorgfältigen Vor- und Nachbereitung. *Freilandarbeit* bietet Möglichkeiten der originalen Begegnung in der natürlichen Umwelt; nur dort kann die volle Komplexität biologischer Systeme erlebt werden.

Weiterhin wirkt diese Form des Unterrichts der Naturentfremdung durch primär medienvermitteltes Naturerleben entgegen. Die Schülerinnen und Schüler schulen ihre Beobachtungsfähigkeit und vertiefen Formenkenntnisse. Sie haben die Chance, ihre besonderen Fähigkeiten und Interessen einzubringen.

Sozialformen des Unterrichts

Wegen der Komplexität der Inhalte werden die Lernsituationen meist von der Lehrkraft geplant. Die Schülerinnen und Schüler sollen aber in zunehmendem Maße ihre Lernprozesse selbst organisieren.

Im *Unterrichtsgespräch* bearbeiten und lösen Schülerinnen und Schüler Fragestellungen, die zunächst von den Lehrenden ausgehen, zunehmend aber auch von den Schülerinnen und Schülern formuliert werden. Hierbei müssen die Lernenden angehalten werden, sachgerecht zu argumentieren und aufeinander einzugehen.

Bei der *Gruppenarbeit* bearbeiten die Schülerinnen und Schüler begrenzte Aufgabenstellungen, die sich aus dem Unterrichtsverlauf ergeben. Die Gruppe organisiert die notwendigen Arbeiten nach anfänglicher Anleitung immer häufiger selbst, wobei

¹⁸⁾ „Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht“ (Erlass des MK v. 15.05.1995, SVBl. S.154, VORIS 28 700 00 00 07 002)

jeder Einzelne für Teilaufgaben Verantwortung übernehmen soll, dazu gehört auch die angemessene Präsentation der Ergebnisse. Abschließend sollen auch die Gruppenprozesse und die Effizienz der Arbeit diskutiert werden. Die Lehrerin oder der Lehrer muss darauf achten, dass es nicht zu einer festen, insbesondere geschlechtsspezifischen Rollenverteilung unter den Schülerinnen und Schülern kommt.

In allen Lernprozessen bringen sich Schülerinnen und Schüler als Individuen ein. Dies geschieht insbesondere bei Hausaufgaben, Lehrbucharbeit, Beschaffung von Informationen und Materialien. Besonders umfangreiche Formen *individueller Arbeitens* sind Vorbereiten und Vortragen von Referaten und Anfertigen von Facharbeiten.

4.3 Fachübergreifender Unterricht

Der Biologieunterricht behandelt häufig Phänomene, die in ihrer Gesamtheit nicht allein mit den Methoden der Naturwissenschaft Biologie erfasst werden können. Die Beschäftigung mit solchen Themen beeinflusst jedoch oft das Selbstverständnis und das Weltbild der Schülerinnen und Schüler, sodass das Aufzeigen verschiedener Aspekte und das Denken in Zusammenhängen unerlässlich sind.

Fachübergreifende Elemente sind bereits aus fachwissenschaftlicher Sicht wesentliche Bestandteile des Biologieunterrichts. Ohne sie ist eine Analyse komplexer biologischer Sachverhalte nicht möglich. Interpretationen auf molekularer Ebene verlangen z.B. das Einbeziehen physikalischer und chemischer Grundlagen, ökologische bzw. populationsdynamische Fragestellungen sind mit Bereichen der Geografie und Mathematik verflochten. Sowohl diese Vernetzungen als auch fachspezifische Besonderheiten sollen den Schülerinnen und Schülern bewusst gemacht werden.

Da es auch Aufgabe des Biologieunterrichts ist, zur Übernahme von Verantwortung für sich selbst, für die Mitmenschen und für die Natur zu erziehen, finden sich Bezüge zu Philosophie, Religion, Werte und Normen, Politik, Geschichte und Technik. Hier bietet sich die Kooperation mit den entsprechenden Fächern an.

4.4 Öffnung von Schule

Die Nutzung außerschulischer Lernorte, z.B. naturnahe oder anthropogene Ökosysteme, Betriebe, Forschungseinrichtungen und Untersuchungsbehörden, Bibliotheken, Museen, Umweltzentren, botanische und zoologische Gärten kann Schülerinnen und Schüler in besonderem Maße motivieren, ihnen spezielle Kenntnisse vermitteln und selbstständiges Arbeiten ermöglichen. Häufig ergeben sich durch die Einbeziehung der außerunterrichtlichen Lebenswelt Themen und Grundlagen für die Anfertigung von Facharbeiten.

Einblicke in verschiedene Berufsfelder, in den Stand aktueller Forschung und ihrer Anwendung leisten wichtige Beiträge zur Berufsorientierung. Vorbereitung und anschließende Auswertung im Unterricht sind dabei wichtig. Besonders hingewiesen wird auf die Zusammenarbeit mit Naturschutzverbänden und den Beitrag fachbezogener Studienfahrten.

Die beschriebenen Möglichkeiten finden ihre Grenzen in den Beeinträchtigungen des Unterrichtsablaufes in anderen Fächern und bedürfen daher besonderer und rechtzeitiger Abstimmung.

5 Lernerfolgskontrollen und Leistungsbewertung

Beurteilen und Bewerten gehört zu den ständigen Aufgaben der Lehrerinnen und Lehrer. Die Schülerinnen und Schüler haben Anspruch auf Transparenz der Beurteilungskriterien und Nachvollziehbarkeit der Bewertung. Daher müssen sie über Anforderungen und Ziele des Biologieunterrichts informiert werden, und die Beurteilungskriterien für die Leistungsbewertung müssen offen gelegt werden.

Für die Leistungsbewertung sind die Bereiche

- Mitarbeit im Unterricht
- Klausuren bzw. Facharbeit

entscheidend. Bei der Gesamtbewertung der Schülerleistung werden beide oben genannten Bereiche etwa gleichgewichtig berücksichtigt. Es ist Aufgabe der Fachkonferenz, für einheitliche Regelungen zu sorgen.¹⁹⁾

Im Laufe des Kurshalbjahres sind die Schülerinnen und Schüler mehrfach über ihren aktuellen Leistungsstand zu informieren, sodass sie ihren weiteren Lernprozess entsprechend gestalten können.

5.1 Mitarbeit im Unterricht

Die Mitarbeit im Unterricht besteht in mündlichen und schriftlichen Beiträgen sowie in praktischen Leistungen, die im Unterricht oder als Hausarbeiten erbracht werden.

Mündliche und schriftliche Leistungen umfassen hierbei

- sachbezogene und kooperative Teilnahme am Unterrichtsgespräch
- integrative und verantwortliche Teilnahme an Partner- und Gruppenarbeit
- die Ausarbeitung und den Vortrag von selbsterarbeiteten Kenntnissen, von Ergebnissen der Gruppenarbeit und von Referaten
- Entwicklung und Darlegung von Hypothesen und Modellen
- sachgerechte und angemessene Planung von Experimenten sowie deren Protokollierung
- Protokolle über Beobachtungen, mikroskopische Arbeit, Langzeitversuche usw.
- Berichte (z.B. über Exkursionen, Museumsbesuche u. a.)
- Erstellen von Thesenblättern

¹⁹⁾ „Konferenzen und Ausschüsse der öffentlichen Schule“ (Erlass des MK vom 29.03.1995, SVBI. S. 90 ff., VORIS 224 10 01 00 35 072, geändert durch Erlass des MK vom 30.04.1996, SVBI. S. 143 ff., VORIS 224 10 01 00 35 076)

- kurze Lernzielkontrollen.

Praktische Arbeiten umschließen

- fachgerechtes Umgehen sowohl mit lebenden Objekten als auch mit Lupen, Bino- kular, Mikroskop, Experimentiergeräten usw.
- sachgerechte und angemessene Durchführung von Experimenten
- Erstellen von Zeichnungen, Diagrammen, Modellen
- Untersuchungen im Freiland
- Bestimmen von Pflanzen und Tieren.

Bei der zusammenfassenden Gewichtung dieser Teilleistungen soll nicht nach starrem Schema vorgegangen werden. Vielmehr ist die Gesamtbewertung abhängig von der besonderen pädagogischen Situation.

Die mündlichen Leistungen sind vorrangig nach ihrem Gehalt, weniger nach ihrer Quantität zu gewichten. Die angemessene Verwendung der Fachsprache sollte Eingang in die Bewertung finden.

Bei Gruppenarbeiten muss die individuelle Leistung bewertet werden. Dies kann dazu führen, dass nicht alle Gruppenteilnehmer die gleiche Note erreichen. Es ist wichtig, dass die Bewertungskriterien vor der Arbeit mit den Schülerinnen und Schülern geklärt werden.

Der Erlass über die Förderung von Schülerwettbewerben ist bei der Beurteilung zu berücksichtigen.²⁰⁾

5.2 Klausuren

Grundsätzlich orientiert sich die Gestaltung einer Klausur an den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung im Lande Niedersachsen für das Fach Biologie.

Es empfiehlt sich, Klausuren unter ein zusammenfassendes Thema zu stellen, dieses zu untergliedern und die Teilaufgaben so auszurichten, dass sie möglichst unabhängig von Ergebnissen vorausgegangener Aufgabenteile lösbar sind.

Klausuren sind an Materialvorlagen gebunden.

Mögliche Grundlagen für Klausuraufgaben sind die

- Untersuchung pflanzlicher oder tierischer Objekte, z.B. mit Mikroskop oder Bino-
kular
- Durchführung und Bearbeitung eines Schüler- oder Demonstrationsversuchs
- Bearbeitung von Texten, Bildern, Filmen, Tonaufzeichnungen
- Auswertung von Versuchsergebnissen, Tabellen, Kurven, Messreihen usw..

Die Teilaufgaben sollen so zusammengestellt werden, dass verschiedene im Unterricht angestrebte Qualifikationen überprüft und die unterschiedlichen Anforderungsbereiche gemäß den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung erreicht werden. Die Aufgaben müssen dabei auf den jeweiligen Unterrichtsstand bezogen sein. Im Laufe der Kursstufe sollen sich Art, Umfang und Schwierigkeitsgrad der Klausuren denen der Abiturprüfungsarbeit annähern.

Alle Hilfsmittel, die im Abitur zugelassen werden sollen, müssen im Unterricht mehrfach benutzt worden sein.

5.3 Facharbeiten

Die Facharbeit gibt den Schülerinnen und Schülern exemplarisch Gelegenheit zur vertieften selbstständigen wissenschaftspropädeutischen Arbeit. Auch wenn sie in der Konzeption mit einer wissenschaftlichen Arbeit vergleichbar ist, sollte sie mit geringem technischen Aufwand durchgeführt werden.

Biologische Facharbeiten sollten vorwiegend praktische Untersuchungen beinhalten oder experimentell angelegt sein. Reine Literaturarbeiten sind weniger geeignet.

Konkrete Facharbeitsthemen lassen sich z.B. aus folgenden Bereichen entwickeln:

- Analyse und Vergleich ausgewählter Faktoren im Ökosystem
- biologische Gewässergütebeurteilung
- Bodenversiegelung und Artenverarmung
- ökologische Untersuchung und Bewertung des Schulgeländes
- Populationsentwicklung am Beispiel einer Tierart in einem begrenzten Raum
- Sukzession in Ökosystemen, auch Vergleich mit früheren Daten
- Vergleich verschiedener Böden
- sinnesphysiologische Untersuchungen
- Verhaltensanalysen, z.B. von Zootieren, urbanen Arten, wirbellosen Tieren
- Lernen und Gedächtnis - Testreihen
- Enzym-Versuche
- Humanphysiologische Untersuchungen
- Fotometer-Versuch in Bezug auf verschiedene Parameter

²⁰⁾ „Förderung von Schülerwettbewerben“ (Erlass des MK vom 10.06.97, SVBl. S.274ff, VORIS 22410 00 00 00 065)

- vergleichende Untersuchungen von Lebensmitteln
- Versuche und mikroskopische Untersuchungen an Südfrüchten oder Gewürzen
- Versuche zur Gärung
- Versuche zur Fotosynthese
- Plankton-Untersuchungen
- Pollenanalyse
- Experimente mit Drosophila
- Entwicklung von Insekten
- Fossile Tierreste oder Pflanzenreste in der Region
- Abwandeln des experimentellen Zugangs zu einer Fragestellung
- Entwickeln und Vergleichen von Messverfahren
- Keimungsexperimente
- Konstruieren und Dokumentieren eines Funktionsmodells
- mikrobiologische Untersuchungen
- Untersuchung von Variabilität in Populationen
- Versuche zur Pflanzenentwicklung

Bei der Bewertung der Facharbeit sollten die Empfehlungen²¹⁾ Berücksichtigung finden. Die endgültige Bewertung erfordert ein abschließendes Gespräch oder eine Präsentation.

Möglichkeiten zu weiterer vertiefter eigener Forschungsarbeit bietet die Seminararbeit oder eine Wettbewerbsleistung als Besondere Lernleistung in der Abiturprüfung²²⁾.

²¹⁾ „Die selbständige wissenschaftspropädeutische Arbeit (Facharbeit) in der gymnasialen Oberstufe und im Fachgymnasium - Hinweise und Empfehlungen für die Schule“, SVBl. 1998, S.22ff

²²⁾ „Besondere Lernleistung in der Abiturprüfung – Hinweise und Empfehlungen für die Schulen“, SVBl. 1998, S.333ff