

**Richtlinien und Lehrpläne
für die Sekundarstufe II – Gymnasium/Gesamtschule
in Nordrhein-Westfalen**

Biologie

Ungültig

ISBN 3-89314-600-8

Heft 4722

Herausgegeben vom
Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen
Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf

Copyright by Ritterbach Verlag GmbH, Frechen

Druck und Verlag: Ritterbach Verlag
Rudolf-Diesel-Straße 5-7, 50226 Frechen
Telefon (0 22 34) 18 66-0, Fax (0 22 34) 18 66 90
www.ritterbach.de

1. Auflage 1999

Vorwort

Die bisher vorliegenden Richtlinien und Lehrpläne für die gymnasiale Oberstufe sind im Jahre 1981 erlassen worden. Sie haben die Arbeit in der gymnasialen Oberstufe geprägt, sie haben die fachlichen Standards für neue Fächer erstmalig formuliert und so die Grundlage für die Vergleichbarkeit der Abituranforderungen gesichert.

Die Überarbeitung und Weiterentwicklung muss bewährte Grundorientierungen der gymnasialen Oberstufe sichern und zugleich Antworten auf die Fragen geben, die sich in der Diskussion der Kultusministerkonferenz seit 1994 im Dialog mit der Hochschulrektorenkonferenz und in der Diskussion der Schulen und der pädagogisch interessierten Öffentlichkeit herausgebildet haben und aus deren Beantwortung sich die Leitlinien der Weiterentwicklung ergeben.

Hierbei sind folgende Gesichtspunkte wesentlich:

- Eine vertiefte allgemeine Bildung, wissenschaftspropädeutische Grundbildung und soziale Kompetenzen, die in der gymnasialen Oberstufe erworben bzw. weiterentwickelt werden, sind Voraussetzungen für die Zuerkennung der allgemeinen Hochschulreife; sie befähigen in besonderer Weise zur Aufnahme eines Hochschulstudiums oder zum Erlernen eines Berufes.
- Besondere Bedeutung kommt dabei grundlegenden Kompetenzen zu, die notwendige Voraussetzung für Studium und Beruf sind. Diese Kompetenzen – sprachliche Ausdrucksfähigkeit, fremdsprachliche Kommunikationsfähigkeit, Umgang mit mathematischen Systemen, Verfahren und Modellen – werden nicht nur in den Fächern Deutsch, Mathematik, Fremdsprache erworben.
- Lernprozesse, die nicht nur auf kurzfristige Lernergebnisse zielen, sondern die dauerhafte Lernkompetenzen aufbauen, müssen gestärkt werden. Es sollten deutlicher Lehr- und Lernsituationen vorgesehen werden, die selbstständiges Lernen und Lernen in der Gruppe begünstigen und die die Selbststeuerung des Lernens verbessern.
- Zum Wesen des Lernens in der gymnasialen Oberstufe gehört das Denken und Arbeiten in übergreifenden Zusammenhängen und komplexen Strukturen. Unverzichtbar dafür ist neben dem fachbezogenen ein fachübergreifend und fächerverbindend angelegter Unterricht.

Lernen in diesem Sinne setzt eine deutliche Obligatorik und den klaren Ausweis von Anforderungen, aber auch Gestaltungsspielräumen für die Schulen voraus. Die Richtlinien und Lehrpläne sollen die Arbeit in der gymnasialen Oberstufe steuern und entwickeln. Sie sichern durch die Festlegung von Verbindlichkeiten einen Bestand an gemeinsamen Lernerfahrungen und eröffnen Freiräume für Schulen, Lehrkräfte und Lerngruppen.

Die Richtlinien und Lehrpläne bilden eine Grundlage für die Entwicklung und Sicherung der Qualität schulischer Arbeit. Sie verdeutlichen, welche Ansprüche von Eltern, Schülerinnen und Schülern an die Schule gestellt werden können und welche Anforderungen die Schule an Schülerinnen und Schüler stellen kann. Sie sind Bezugspunkt für die Schulprogrammarbeit und die regelmäßige Überprüfung der eigenen Arbeit.

Allen, die an der Entwicklung der Richtlinien und Lehrpläne mitgearbeitet haben, danke ich für ihre engagierten Beiträge.

Gabriele Behler

(Gabriele Behler)

Ministerin für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen

**Auszug aus dem Amtsblatt
des Ministeriums für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen
Teil 1 Nr. 4/99**

**Sekundarstufe II –
Gymnasiale Oberstufe des Gymnasiums und der Gesamtschule;
Richtlinien und Lehrpläne**

RdErl. d. Ministeriums
für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung
v. 17. 3. 1999 – 732.36–20/0–277/99

Für die gymnasiale Oberstufe des Gymnasiums und der Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen werden hiermit Richtlinien und Lehrpläne für die einzelnen Fächer gemäß § 1 SchVG (BASS 1 – 2) festgesetzt.

Sie treten am 1. August 1999, beginnend mit der Jahrgangsstufe 11, in Kraft. Die in den Lehrplänen vorgesehenen schulinternen Abstimmungen zur Umsetzung der Lehrpläne können im Laufe des Schuljahres 1999/2000 erfolgen.

Die Veröffentlichung erfolgt in der Schriftenreihe „Schule in NRW“.

Die vom Verlag übersandten Hefte sind in die Schulbibliothek einzustellen und dort u. a. für die Mitwirkungsberechtigten zur Einsichtnahme bzw. zur Ausleihe verfügbar zu halten.

Die bisherigen Richtlinien und Materialien zur Leistungsbewertung treten zum 1. August 2001 außer Kraft. Die Runderlasse

vom 16. 6.1981, vom 27.10.1982 und
vom 27. 6.1989 (BASS 15 – 31 Nr. 01, 1 bis 29),
vom 15. 7.1981 (BASS 15 – 31 Nr. 30),
vom 30. 6.1991 (BASS 15 – 31 Nr. 31),
vom 9.11.1993 (BASS 15 – 31 Nr. 32) und
vom 21.12.1983 (BASS 15 – 31 Nr. 02 bis 30.1)

werden zum 1. August 2001 aufgehoben.

Ungültig

Gesamtinhalt

	Seite
Richtlinien	
1 Aufgaben und Ziele der gymnasialen Oberstufe	XI
2 Rahmenbedingungen	XV
3 Prinzipien des Lernens und Lehrens in der gymnasialen Oberstufe	XVII
4 Aufbau und Gliederung der gymnasialen Oberstufe	XX
5 Schulprogramm	XXI
Lehrplan Biologie	
1 Aufgaben und Ziele des Faches	5
2 Bereiche, Themen, Gegenstände	8
3 Unterrichtsgestaltung/Lernorganisation	57
4 Lernerfolgsüberprüfungen	88
5 Die Abiturprüfung	99
6 Hinweise zur Arbeit mit dem Lehrplan	138

Ungültig

Richtlinien

Ungültig

„(1) Ehrfurcht vor Gott, Achtung vor der Würde des Menschen und Bereitschaft zum sozialen Handeln zu wecken, ist vornehmstes Ziel der Erziehung.

(2) Die Jugend soll erzogen werden im Geiste der Menschlichkeit, der Demokratie und der Freiheit, zur Duldsamkeit und zur Achtung vor der Überzeugung des anderen, zur Verantwortung für die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen, in Liebe zu Volk und Heimat, zur Völkergemeinschaft und Friedensgesinnung.“

(Artikel 7 der Verfassung für das Land Nordrhein-Westfalen)

1 Aufgaben und Ziele der gymnasialen Oberstufe

1.1 Grundlagen

Die gymnasiale Oberstufe setzt die Erziehungs- und Unterrichtsarbeit der Sekundarstufe I fort. Wie in den Bildungsgängen der Sekundarstufe I vollziehen sich Erziehung und Unterricht auch in der gymnasialen Oberstufe im Rahmen der Grundsätze, die in Artikel 7 der Verfassung für das Land Nordrhein-Westfalen und in § 1 des Schulordnungsgesetzes festgelegt sind.

Die gymnasiale Oberstufe beginnt mit der Jahrgangsstufe 11 und nimmt auch Schülerinnen und Schüler aus anderen Schulformen auf, die die Berechtigung zum Besuch der gymnasialen Oberstufe besitzen. Sie vermittelt im Laufe der Jahrgangsstufen 11 bis 13 die Studierfähigkeit und führt zur allgemeinen Hochschulreife. Die allgemeine Hochschulreife ermöglicht die Aufnahme eines Studiums und eröffnet gleichermaßen den Weg in eine berufliche Ausbildung.

1.2 Auftrag

Die gymnasiale Oberstufe fördert den Bildungsprozess der Schülerinnen und Schüler in seiner personalen, sozialen und fachlichen Dimension. Bildung wird dabei als Lern- und Entwicklungsprozess verstanden, der sich auf das Individuum bezieht und in dem kognitives und emotionales, fachliches und fachübergreifendes Lernen, individuelle und soziale Erfahrungen, Theorie und Praxis miteinander verknüpft und ethische Kategorien vermittelt und angeeignet werden.

Erziehung und Unterricht in der gymnasialen Oberstufe sollen

- **zu einer wissenschaftspropädeutischen Ausbildung führen und**
- **Hilfen geben zur persönlichen Entfaltung in sozialer Verantwortlichkeit.**

Die genannten Aufgaben sind aufeinander bezogen. Die Schülerinnen und Schüler sollen zunehmend befähigt werden, für ihr Lernen selbst verantwortlich zu sein, in der Bewältigung anspruchsvoller Lernaufgaben ihre Kompetenzen zu erweitern, mit eigenen Fähigkeiten produktiv umzugehen, um so dauerhafte Lernkompetenzen aufzubauen. Ein solches Bildungsverständnis zielt nicht nur auf Selbstständigkeit und Selbsttätigkeit, sondern auch auf die Entwicklung von Kooperationsbereitschaft und Teamfähigkeit.

Voraussetzung für das Gelingen dieses Bildungsprozesses ist die Festigung „einer **vertieften allgemeinen Bildung** mit einem gemeinsamen Grundbestand von Kenntnissen und Fähigkeiten, die nicht erst in der gymnasialen Oberstufe erworben werden sollen“¹⁾. Die Schülerinnen und Schüler sollen durch die Auseinandersetzung mit einem Gefüge von Aufgabenfeldern, fachlichen und überfachlichen Themen, Gegenständen, Arbeitsweisen und Lernformen studierfähig werden.

¹⁾ KMK-Beschluss vom 25.2.1994 „Sicherung der Qualität der allgemeinen Hochschulreife als schulische Abschlussqualifikation und Gewährleistung der Studierfähigkeit“.

1.3 Erziehung und Unterricht in der gymnasialen Oberstufe

1.3.1 Wissenschaftspropädeutik

Wissenschaftspropädeutisches Lernen ist ein besonders akzentuiertes wissenschaftsorientiertes Lernen, das durch Systematisierung, Methodenbewusstsein, Problematisierung und Distanz gekennzeichnet ist und das die kognitiven und affektiven Verhaltensweisen umfasst, die Merkmale wissenschaftlichen Arbeitens sind. Wissenschaftspropädeutisches Lernen setzt Wissen voraus.

Ansätze wissenschaftspropädeutischen Arbeitens finden sich bereits in der Sekundarstufe I. Das Lernen in der gymnasialen Oberstufe baut darauf auf.

Wissenschaftspropädeutisches Lernen umfasst systematisches und methodisches Arbeiten sowohl in den einzelnen Fächern als auch in fachübergreifenden und fächerverbindenden Vorhaben.

Im Einzelnen lassen sich folgende Elemente wissenschaftspropädeutischen Lernens unterscheiden:

Grundlagenwissen

Wissenschaftspropädeutisches Lernen setzt ein jederzeit verfügbares, gut vernetztes fachliches Grundlagenwissen voraus, das eine Orientierung im Hinblick auf die relevanten Inhalte, Fragestellungen, Kategorien und Methoden der jeweiligen Fachbereiche ermöglicht und fachübergreifende Fragestellungen einschließt. Wissenschaftspropädeutisches Lernen baut daher auf einer vertieften Allgemeinbildung auf, die sich auf ein breites Spektrum von Fachbereichen und Fächern bezieht, und trägt umgekehrt zu ihr bei (vgl. Kapitel 2.3 und 2.4).

Selbstständiges Lernen und Arbeiten

Wissenschaftspropädeutisches Lernen ist methodisches Lernen. Es zielt darauf hin, dass die Schülerinnen und Schüler grundlegende wissenschaftliche Erkenntnis- und Verfahrensweisen systematisch erarbeiten.

Der Unterricht muss daher so gestaltet werden, dass die Schülerinnen und Schüler lernen, eine Aufgabenstellung selbstständig zu strukturieren, die erforderlichen Arbeitsmethoden problemangemessen und zeitökonomisch auszuführen, Hypothesen zu bilden und zu prüfen und die Arbeitsergebnisse angemessen darzustellen.

Reflexions- und Urteilsfähigkeit

Wissenschaftspropädeutisches Arbeiten erfordert problem- und prozessbezogenes Denken und Denken in Zusammenhängen. Die Schülerinnen und Schüler sollen sachgemäß argumentieren lernen, Meinungen von Tatsachen, Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden, Prinzipien und Regeln verstehen, anwenden und übertragen können. Sie sollen die Grenzen und Geschichtlichkeit wissenschaftlicher Aussagen erkennen und den Zusammenhang und das Zusammenwirken von Wissenschaften kennen lernen. Schließlich geht es um das Verständnis für grundlegende wissenschaftstheoretische und philosophische Fragestellungen, Deutun-

gen der Wirklichkeit, um ethische Grundüberlegungen und um die Reflexion des eigenen Denkens und Handelns.

Grundlegende Einstellungen und Verhaltensweisen für wissenschaftliches Arbeiten

Es gilt, Verhaltensweisen zu entwickeln und zu pflegen, mit denen wissenschaftliches Arbeiten als ein spezifischer Zugriff auf Wirklichkeit erlebt und begriffen werden kann. Wissenschaft soll auch als soziale Praxis erfahrbar werden, die auf spezifische Weise eine Verständigung über unterschiedliche Positionen und Sichtweisen hinweg ermöglicht. Dazu ist Kommunikations- und Kooperationsbereitschaft erforderlich. Voraussetzung für wissenschaftspropädeutisches Arbeiten sind Verhaltensweisen wie Konzentrationsfähigkeit, Geduld und Ausdauer, das Aushalten von Frustrationen, die Offenheit für andere Sichtweisen und Zuverlässigkeit.

1.3.2 Persönliche Entfaltung und soziale Verantwortlichkeit

Persönliche Entfaltung und soziale Verantwortlichkeit bestimmen den Erziehungsauftrag der gymnasialen Oberstufe. Erziehung findet in erster Linie im Unterricht statt; das Schulleben insgesamt muss aber ebenso Ansatzpunkte bieten, um den Erziehungsprozess zu fördern und die Schülerinnen und Schüler in die Arbeit und die Entscheidungsprozesse der Schule einzubeziehen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen ihre individuellen Fähigkeiten weiter entfalten und nutzen.

Schülerinnen und Schüler sollen sich ihrer Möglichkeiten und Grenzen bewusst werden. Dieser Prozess wird dadurch unterstützt, dass durch ein Spektrum unterschiedlicher Angebote und Wahlmöglichkeiten, Anforderungen und Aufgabenstellungen sowie durch Methoden, die die Selbstständigkeit fördern, Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben wird, ihre Fähigkeiten zu entdecken, zu erproben und ihre Urteils- und Handlungsfähigkeit zu entwickeln. Hierbei soll auch den Grundsätzen einer reflexiven Koedukation Rechnung getragen werden, die die unterschiedlichen Erfahrungen, Verhaltensweisen und Einstellungen von Jungen und Mädchen berücksichtigen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen sich mit Werten, Wertsystemen und Orientierungsmustern auseinander setzen können, um tragfähige Antworten auf die Fragen nach dem Sinn des eigenen Lebens zu finden.

Die in Grundgesetz und Landesverfassung festgeschriebene Verpflichtung zur Achtung der Würde eines jeden Menschen, die darin zum Ausdruck kommenden allgemeinen Grund- und Menschenrechte sowie die Prinzipien des demokratisch und sozial verfassten Rechtsstaates bilden die Grundlage des Erziehungsauftrages der Schule. Die Schule muss den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit geben, sich mit den Grundwerten des Gemeinwesens auseinander zu setzen und auf dieser Grundlage ihre Wertpositionen zu entwickeln.

Die Auseinandersetzung mit existentiellen Fragen, mit der eigenen Religion und mit anderen Religionen und religiösen Erfahrungen und Orientierungen, ihrer jeweiligen Wirkungsgeschichte und der von ihnen mitgeprägten gesellschaftlichen Wirklichkeit, sollen auch dazu beitragen, Antworten auf die Fragen nach dem Sinn der eigenen Existenz zu finden.

Die Schülerinnen und Schüler sollen ihre sozialen Kompetenzen entwickeln und in der aktiven Mitwirkung am Leben in einem demokratisch verfassten Gemeinwesen unterstützt werden.

Die Schülerinnen und Schüler müssen ihre Bereitschaft und Fähigkeit weiterentwickeln können, sich mit anderen zu verständigen und mit ihnen zu kooperieren. Dies ist sowohl für das Leben in der Schule als auch in einer demokratischen Gesellschaft und in der Staaten- und Völkergemeinschaft von Bedeutung. Es geht um eine kritische und konstruktive Auseinandersetzung mit gesellschaftlich und politisch begründeten, religiösen und kulturell gebundenen, ökonomisch geprägten und ökologisch orientierten Einstellungen und Verhaltensweisen sowie um die Entwicklung von Toleranz, Solidarität und interkultureller Akzeptanz.

Dabei ist auch ein Verhalten zu fördern, das auf Gleichberechtigung und Chancengleichheit von Frau und Mann und auf die Veränderung überkommener geschlechtsspezifischer Rollen zielt.

Der Unterricht thematisiert hierzu Geschichte und Struktur unserer Gesellschaft, ihre grundlegenden Werte und Normen, ihre sozialen, ökonomischen und ökologischen Probleme. Er vermittelt Einblicke in politische Entscheidungsprozesse und leitet dazu an, Entscheidungs- und Einflussmöglichkeiten wahrzunehmen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen auf ein Leben in einem zusammenwachsenden Europa und in einer international verflochtenen Welt vorbereitet werden.

Die Welt, in der die Schülerinnen und Schüler leben werden, ist in hohem Maße durch politische, wirtschaftliche und soziale Verflechtungen bestimmt. Ein Leben in dieser Welt erfordert Kenntnisse und Einblicke in die historischen, politischen, sozialen und ökonomischen Zusammenhänge. Es benötigt Verständnis für die eigene Kultur und für andere Kulturen, für interkulturelle Zusammenhänge, setzt Fremdsprachenkompetenz, Medienkompetenz, Erfahrungen im Ausland und die Bereitschaft, in einer internationalen Friedensordnung zu leben, voraus.

Die Schülerinnen und Schüler sollen bei ihrer Studien- und Berufswahl unterstützt werden.

Die gymnasiale Oberstufe soll Qualifikationen fördern, die sowohl für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife als auch für die Studien- und Berufswahl von Bedeutung sind, wie beispielsweise die folgenden Fähigkeiten: Ein breites Verständnis für sozial-kulturelle, ökonomische, ökologische, politische, naturwissenschaftliche und technische Zusammenhänge; die Fähigkeit, die modernen Informations- und Kommunikationstechnologien nutzen zu können; ein Denken in übergreifen-

den, komplexen Strukturen; die Fähigkeit, Wissen in unterschiedlichen Kontexten anzuwenden; die Fähigkeit zur Selbststeuerung des Lernens und der Informationsbeschaffung; Kommunikations- und Teamfähigkeit, Entscheidungsfähigkeit.

In der gymnasialen Oberstufe muss darüber hinaus eine Auseinandersetzung mit der gesellschaftlichen Bedeutung der Arbeit, eine Orientierung über Berufsfelder und mögliche neue Berufe, die systematische Information über Strukturen und Entwicklungsgesetzmäßigkeiten des Arbeitsmarktes ermöglicht werden. Dies kann durch Angebote von Betriebspraktika sowie Betriebserkundungen und -besichtigungen, durch studienkundliche Veranstaltungen und die Einrichtung von Fachpraxiskursen geschehen. Dabei arbeiten die Schulen mit den Hochschulen, den Arbeitsämtern und freien Trägern aus Wirtschaft und Gesellschaft zusammen.

2 Rahmenbedingungen

Voraussetzung für die Verwirklichung des oben dargestellten Auftrags ist zunächst die Organisationsstruktur der gymnasialen Oberstufe. Deren Merkmale sind:

- die prinzipielle Gleichwertigkeit der Fächer,
- die Gliederung des Kurssystems in Grund- und Leistungskurse,
- die Zuordnung der Fächer (außer Religionslehre und Sport) zu Aufgabenfeldern,
- die Festlegung von Pflicht-, Wahlpflicht- und Wahlfächern.

2.1 Gleichwertigkeit der Fächer

Gleichwertigkeit der Fächer bedeutet nicht, dass die Fächer gleichartig sind. Die prinzipielle Gleichwertigkeit der Fächer ist darin begründet, dass jedes Fach Gleiches oder Ähnliches sowohl zum wissenschaftspropädeutischen Lernen als auch zur persönlichen Entfaltung in sozialer Verantwortlichkeit beitragen kann.

2.2 Kursarten

In der Jahrgangsstufe 11 ist der Unterricht in Grundkursen organisiert, in den Jahrgangsstufen 12 und 13 wird das System der Grund- und Leistungskurse entfaltet.

Die Grundkurse repräsentieren das Lernniveau der gymnasialen Oberstufe unter dem Aspekt einer grundlegenden wissenschaftspropädeutischen Ausbildung.

Die Leistungskurse repräsentieren das Lernniveau der gymnasialen Oberstufe unter dem Aspekt einer exemplarisch vertieften wissenschaftspropädeutischen Ausbildung. Eine differenzierte Unterscheidung zwischen Grund- und Leistungskursen findet sich in den Lehrplänen.

Nicht die Stoffhäufung ist das Ziel der Leistungskurse, vielmehr muss auf der Grundlage gesicherter Kenntnisse das methodische Lernen im Vordergrund stehen.

2.3 Aufgabenfelder

Aufgabenfelder bündeln und steuern das Unterrichtsangebot der gymnasialen Oberstufe.

Die Unterscheidung der folgenden drei Aufgabenfelder ist das Ergebnis bildungstheoretischer, didaktischer und pragmatischer Überlegungen. Die Aufgabenfelder werden bezeichnet als

- das sprachlich-literarisch-künstlerische Aufgabenfeld
- das gesellschaftswissenschaftliche Aufgabenfeld
- das mathematisch-naturwissenschaftlich-technische Aufgabenfeld.

Die eher theoretischen Begründungen orientieren sich an den Bemühungen, bildungstheoretisch relevante Sach- und Problembereiche und wissenschaftstheoretische Schwerpunktsetzungen zu unterscheiden sowie bildungsgeschichtliche Traditionen aufzugreifen und modifiziert fortzuführen.

Die Aufgabenfelder sind durch folgende Gegenstandsbestimmungen gekennzeichnet:

- Gegenstand der Fächer im **sprachlich-literarisch-künstlerischen Aufgabenfeld (I)** sind sprachliche, musikalische und bildnerische Gestaltungen (als Darstellung, Deutung, Kritik, Entwurf etc.), in denen Wirklichkeit als konstruierte und vermittelte Wirklichkeit erscheint, sowie die Verfahrens- und Erkenntnisweisen, die der Auseinandersetzung mit diesen Gestaltungen dienen.
- Hier geht es darum, Mittel und Möglichkeiten der Kommunikation zu thematisieren und zu problematisieren in einer Welt, die wesentlich durch Vermittlungssysteme und Medien geprägt und gesteuert wird. In den im Aufgabenfeld I zusammengefassten Fächern spielen eigenständige Produktion und Gestaltung im Sinne kultureller Teilhabe eine wichtige Rolle.
- Den Fächern im **gesellschaftswissenschaftlichen Aufgabenfeld (II)** kommt in besonderer Weise die Aufgabe der politischen Bildung zu, die in Artikel 11 der Landesverfassung von Nordrhein-Westfalen festgelegt ist. Diese Fächer befassen sich mit Fragen nach den Möglichkeiten und Grenzen menschlichen Denkens und Handelns insbesondere im Blick auf ihre jeweiligen individuellen, gesellschaftlichen, zeit- und raumbezogenen Voraussetzungen, Bedingungen und Auswirkungen sowie mit den Verfahrens- und Erkenntnisweisen, die der Klärung dieser Fragen dienen.
- Gegenstand der Fächer im **mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld (III)** sind die empirisch erfassbare, die in formalen Strukturen beschreibbare und die durch Technik gestaltbare Wirklichkeit sowie die Verfahrens- und Erkenntnisweisen, die ihrer Erschließung und Gestaltung dienen.
- Außerhalb dieser Aufgabenfelder stehen die Fächer **Sport** und **Religionslehre**.

Das Fach **Sport** trägt, ausgehend von der körperlich-sinnlichen Dimension des Menschen, zu einer ganzheitlichen Bildung und Erziehung bei. Auf der Basis unmittelbar erlebter sportlicher Handlungssituationen soll der Sportunterricht

zur aktiven Teilhabe an der Bewegungs-, Spiel- und Sportkultur und zur kritischen Auseinandersetzung mit ihr befähigen.

In **Religionslehre** geht es um Lernerfahrungen, die auf der Basis des christlichen Glaubens oder anderer tradierter bzw. heute wirksamer Religionen und Weltanschauungen Erkenntnis-, Urteils- und Handlungsmöglichkeiten eröffnen und Einsichten in Sinn- und Wertfragen des Lebens in Dialog und Auseinandersetzung mit anderen Religionen und Weltanschauungen fördern.

Die Aufgabenfelder können die Abstimmungen und Kooperation in der Schule erleichtern, wenn es darum geht,

- wie Fachlehrpläne zu gestalten sind, damit sie als exemplarisch für das jeweilige Aufgabenfeld begriffen werden können
- wie die Lehrpläne der Fächer innerhalb eines Aufgabenfeldes für thematische Entwicklungen offen gehalten werden können
- wie im Aufgabenfeld und über das Aufgabenfeld hinaus fachübergreifend und fächerverbindend konzipierter Unterricht entwickelt und erprobt werden kann.

Die drei Aufgabenfelder sind ein Steuerungsinstrument, weil mit Hilfe einer Zusammenfassung verschiedener Unterrichtsfächer zu Fächergruppen Wahlfachregelungen getroffen werden können, die einer zu einseitigen Fächerwahl entgegenwirken. Jedes der drei Aufgabenfelder muss von den Schülerinnen und Schülern durchgehend bis zur Abiturprüfung belegt werden. Keines ist austauschbar.

2.4 Fachspezifische Bindungen

Neben den Festlegungen der Wahlmöglichkeiten in den Aufgabenfeldern gibt es fachspezifische Belegverpflichtungen, die jeweils einen bestimmten Lernzusammenhang konstituieren:

- Deutsch, eine Fremdsprache, ein künstlerisches Fach, ein gesellschaftswissenschaftliches Fach, in jedem Fall zwei Kurse in Geschichte und in Sozialwissenschaften, Mathematik, eine Naturwissenschaft
- sowie Religionslehre und Sport.

Schülerinnen und Schüler, die vom Religionsunterricht befreit sind, müssen Philosophie belegen.

3 Prinzipien des Lernens und Lehrens in der gymnasialen Oberstufe

3.1 Fachspezifisches Lernen

Der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe ist in erster Linie durch den Fachbezug geprägt. Indem in der fachgebundenen Ausbildung Fachwissen, fachliche Theorien und Methoden vermittelt werden, ermöglichen die Schulfächer eine strukturierte Sicht auf komplexe Phänomene der Wirklichkeit. Sie eröffnen so einen je spezifischen Zugang zur Welt. Fachliches Lernen soll geordnetes, systematisches

Lernen fördern. In wissenschaftspropädeutischer Hinsicht verknüpft sich im fachlichen Lernen gegenständliches Wissen mit ausgewählten Theorien und Methoden der Referenzdisziplinen sowie mit Grundaussagen der Wissenschaftstheorie und Methodologie.

3.2 Fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen

So wichtig es ist, durch systematische fachliche Arbeit fachliche Kompetenzen zu fördern, so bedeutsam ist es, die Fachperspektive zu überschreiten. Durch fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen wird eine mehrperspektivische Betrachtung der Wirklichkeit gefördert, und es werden damit auch übergreifende Einsichten, Fähigkeiten, Arbeitsmethoden und Lernstrategien entwickelt, die unterschiedliche fachliche Perspektiven für gemeinsame Klärungen und Problemlösungsstrategien verbinden und so zur Kenntnis der komplexen und interdependenten Probleme der Gegenwart beitragen. Deshalb gehört das Überschreiten der Fächergrenzen, das Einüben in die Verständigung über Differenzen und über Differenzen hinweg neben dem Fachunterricht zu den tragenden Prinzipien der gymnasialen Oberstufe.

Wissenschaftspropädeutisches Lernen erfordert beides: das fachliche Arbeiten, seine Reflexion und das Denken und Handeln in fachübergreifenden Zusammenhängen.

3.3 Gestaltungsprinzipien des Unterrichts

Lernen ist ein individueller, aktiver und konstruktiver Aufbau von Wissen, der maßgeblich durch das verfügbare Vorwissen und den entsprechenden Verständnishorizont beeinflusst wird. Lernen heißt auch: Fähigkeiten und Fertigkeiten, Neigungen und Interessen, Einstellungen und Werthaltungen zu entwickeln. Umfang, Organisation, langfristige Verfügbarkeit machen die Qualität des Wissensbestandes aus. Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler tragen für den Aufbau eines solchen Wissens eine gemeinsame Verantwortung. Eine aufgabenorientierte Strukturierung des Unterrichts durch die Lehrkräfte ist genau so wichtig wie das Schaffen offener Lern- und Arbeitssituationen. Dabei ist zu bedenken, dass übermäßige Engführung eines Frontalunterrichts den sachbezogenen Handlungsspielraum der Schülerinnen und Schüler ebenso einengt, wie völlig offener Unterricht mit einer Fiktion vom "autonomen Lernen" überfordert.

Der Unterricht soll folgenden Prinzipien folgen:

- Er soll **fachliche Grundlagen vermitteln**, die Lerninhalte in sinnvolle Kontexte einbinden, ihre Verfügbarkeit und eine anspruchsvolle Lernprogression sichern.
- Der Unterricht soll **schülerorientiert** sein. Die Lernenden müssen ihre eigenen Fragestellungen und Probleme ernst genommen finden. Sie müssen die Möglichkeit haben, an ihren individuellen Erfahrungs- und Lernstand anzuschließen und ihre eigenen Lernwege zu entwickeln. Dies gilt besonders für die unterschiedlichen Ausgangsdispositionen von Jungen und Mädchen. Die individuellen Dispositionen und Leistungsmöglichkeiten sollen so genutzt werden, dass

die Lernprozesse für die Einzelnen und die Gruppe möglichst erfolgreich verlaufen können.

- Lernprozesse sollen sich am **Leitbild aktiven und selbstständigen Arbeitens** orientieren. Wenn Lernende sich aktiv mit den Lerngegenständen auseinandersetzen, werden ihr Wissenserwerb und ihre Methodenkompetenz gefestigt und erweitert. Das heißt für den Unterricht, Aufgaben zu stellen, die die Schülerinnen und Schüler vor die Notwendigkeit stellen, auf erworbenes Vorwissen und Können Bezug zu nehmen. Sie müssen Inhalte und Methoden wiederholen, im neuen Zusammenhang anwenden und ihre Lernprozesse reflektieren können, um fachliche und überfachliche Lernstrategien langfristig aufzubauen. In der methodologischen Reflexion werden Lernen und Erkenntniserwerb selbst zum Lerngegenstand.
- Lernprozesse sollen Gelegenheit für **kooperative Arbeitsformen** geben. Je mehr die Notwendigkeit besteht, eigene Lernerfahrungen und -ergebnisse mit den Problemlösungen anderer zu vergleichen, zu erörtern, sie dabei zu überprüfen und zu verbessern, desto nachhaltiger ist das Lernen.
- Teamfähigkeit herauszubilden heißt für den Unterricht, arbeitsteilige und kooperative Arbeitsformen zu initiieren und dabei zu einer Verständigung über die Zusammenarbeit und die Methoden zu kommen, Arbeitsergebnisse abgestimmt zu präsentieren und gemeinsam zu verantworten.
- Lernprozesse sollen durch **komplexe Aufgabenstellungen** geleitet werden. Solche Aufgaben bedingen multiperspektivische und mehrdimensionale Sichtweisen, sie tragen zur Methodenreflexion bei und erfordern die Erstellung von Produkten, die individuelle oder gemeinsame Lernergebnisse repräsentieren und einer Selbst- und Fremdbewertung unterzogen werden. Referate, Facharbeiten, Ausstellungen, Aufführungen etc. können herausragende Ergebnisse solcher Aufgabenstellungen sein.
- Der Unterricht soll auf **Anwendung und Transfer** der zu erwerbenden Fähigkeiten und Kenntnisse zielen. Transfer ist zu erwarten, wenn die Lerngegenstände mit vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten und authentischen Handlungssituationen verbunden sowie unabhängig von bekannten Kontexten beherrscht werden. Das heißt für den Unterricht, solche Probleme und Fragestellungen zum Gegenstand zu machen, die Zugriffe aus unterschiedlichen fachlichen Perspektiven erfordern. Die jeweiligen Sichtweisen können relativiert und in Bezug auf ihren spezifischen Beitrag zur Problemlösung beurteilt werden. So werden Möglichkeiten und Grenzen der Übertragbarkeit von Erkenntnissen und Verfahren deutlich. Anwendung und Transfer werden auch in Projekten und in Vorhaben zur Gestaltung und Öffnung von Schule und in Zusammenarbeit mit außerschulischen Partnern gefördert.
- Der Unterricht darf nicht ausschließlich linear erfolgen, sondern muss die **Vernetzung** eines Problems innerhalb des Faches, aber auch über das Fach hinaus sichtbar machen. Es wird darauf ankommen, Formen der Organisation von Lernsituationen, die sich an fachlicher Systematik orientieren, durch solche Arrangements zu ergänzen, die dialogisches und problembezogenes Lernen ermöglichen. Insbesondere sollen die Schülerinnen und Schüler in diesem

Zusammenhang mit Themen und Arbeitsmethoden des fachübergreifenden und fächerverbindenden Arbeitens vertraut gemacht werden.

4 Aufbau und Gliederung der gymnasialen Oberstufe

Der Bildungsgang in der gymnasialen Oberstufe gliedert sich in die Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11) und die Qualifikationsphase (Jahrgangsstufen 12 und 13). Er schließt mit der Abiturprüfung ab, die am Ende des 2. Halbjahres der Jahrgangsstufe 13 stattfindet.

Um die allgemeine Hochschulreife und die Studierfähigkeit zu gewährleisten, ist es wichtig, das fachliche Lernen, das fachübergreifende und fächerverbindende Arbeiten, die Beherrschung wissenschaftspropädeutischer Arbeitsformen und eine Studien- und Berufswahlvorbereitung für jeden individuellen Bildungsgang sicherzustellen²⁾.

Der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe folgt von der Jahrgangsstufe 11 bis zur Jahrgangsstufe 13 einem aufbauenden Sequenzprinzip, das den Lernzuwachs sichert.

Die Einführungsphase (Jahrgangsstufe 11)

Die Jahrgangsstufe 11 ist als eine Einheit konzipiert, die aus aufeinander aufbauenden Grundkursen besteht. Die Leistungskurse beginnen mit der Jahrgangsstufe 12. Der Unterricht folgt dem Prinzip der fachlichen Progression, die die Jahrgangsstufen 11 bis 13 umfasst.

Das zentrale Ziel der Einführungsphase ist es, die Schülerinnen und Schüler systematisch mit inhaltlichen und methodischen Grundlagen der von ihnen belegten Fächer vertraut zu machen, sie auf die Wahl der Leistungskurse zu Beginn der Jahrgangsstufe 12 vorzubereiten und zu den ausgeprägteren Formen wissenschaftspropädeutischen Arbeitens hinzuführen. Für Schülerinnen und Schüler aus anderen Schulformen bieten die Schulen fachliche Angleichungsmaßnahmen an.

Schulen, die Fächerkoppelungen anstreben, legen diese vor Beginn der Jahrgangsstufe 11 fest, damit die Schülerinnen und Schüler die sich daraus ergebenden Möglichkeiten und Bindungen in die Planung ihres individuellen Bildungsganges einbeziehen können.

Die Qualifikationsphase (Jahrgangsstufen 12 und 13)

Mit Beginn der Qualifikationsphase wird das Kurssystem in Grund- und Leistungskurse entfaltet. Die in der Qualifikationsphase erbrachten Leistungen gehen in die Gesamtqualifikation ein, die die in den Jahrgangsstufen 12 und 13 erbrachten Leistungen zusammenfasst.

²⁾ vgl. hierzu die Schrift "Studien- und Berufswahlvorbereitung am Gymnasium", hg. vom Landesinstitut für Schule und Weiterbildung, Soest und vom Landesarbeitsamt Nordrhein-Westfalen, Bönen 1995. Hierin sind auch Konzepte zur Studien- und Berufswahlvorbereitung in der gymnasialen Oberstufe enthalten.

Es ist das Ziel der Qualifikationsphase, fachliches, methodisches und fachübergreifendes Lernen so zu ermöglichen und abzusichern, dass Studierfähigkeit erbracht wird.

Zur Intensivierung des selbstständigen Arbeitens soll jede Schülerin und jeder Schüler in der Jahrgangsstufe 12 anstelle einer Klausur eine Facharbeit schreiben.

Fachübergreifende Einsichten können innerhalb der einzelnen Fächer vermittelt werden. Darüber hinaus werden an der Schule Veranstaltungen angeboten, in denen geplant fachübergreifend und fächerverbindend, z. B. an Projekttagen in Projektphasen oder einer Projektveranstaltung gearbeitet wird.

Alle Schülerinnen und Schüler sollen in der gymnasialen Oberstufe an einer umfassenderen Projektveranstaltung teilnehmen, die im Fachunterricht vorbereitet worden ist. Eine solche Veranstaltung wird in der Regel jahrgangsbezogen angeboten.

Die Schülerinnen und Schüler können im Rahmen der für die Abiturprüfung vorgesehenen Gesamtpunktzahl wahlweise mit maximal 60 Punkten eine besondere Lernleistung in der Abiturprüfung sich anrechnen lassen, die im Rahmen oder Umfang eines mindestens zwei Halbjahre umfassenden Kurses erbracht wird. Hierbei kann es sich zum Beispiel um die Arbeit aus einem Wettbewerb handeln, aber auch um eine umfassende Jahresarbeit (z. B. in einer weiteren Fremdsprache, in Informatik, Technik oder einer weiteren Naturwissenschaft) oder um eine Arbeit über ein umfassendes Projekt.

5 Schulprogramm

Schulprogrammarbeit und das Schulprogramm dienen der Schulentwicklung und damit der Entwicklung und Sicherung der Qualität schulischer Arbeit.

Ein Schulprogramm ist das grundlegende Konzept, das über die pädagogischen Zielvorstellungen und die Entwicklungsplanung einer Schule Auskunft gibt.

- Es konkretisiert die verbindlichen Vorgaben der Ausbildungsordnungen, Richtlinien und Lehrpläne im Hinblick auf die spezifischen Bedingungen der einzelnen Schule.
- Es bestimmt die Ziele und Handlungskonzepte für die Weiterentwicklung der schulischen Arbeit.
- Es legt die Formen und Verfahren der Überprüfung der schulischen Arbeit insbesondere hinsichtlich ihrer Ergebnisse fest.

Typische Elemente eines Schulprogramms sind:

- (1) Beschreibung der schulischen Arbeit als Ergebnis einer Bestandsaufnahme, Skizze der bisherigen Entwicklungsarbeit**
- (2) Leitbild einer Schule, pädagogische Grundorientierung, Erziehungskonsens**

(3) schulinterne Konzepte und Beschlüsse für schulische Arbeitsfelder

- Schulinterne Lehrpläne
Hier geht es um Aussagen zur Abstimmung von schuleigenen Lehrplänen, von obligatorischen Inhalten und Unterrichtsmethoden, die bei der Unterrichtsplanung Berücksichtigung finden sollen.
- Konzepte für fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen
Hierunter sind die fachübergreifenden Projekte, Veranstaltungen, Querschnittsaufgaben zu verstehen, die von den Schülerinnen und Schülern im Rahmen ihres Bildungsganges erfüllt werden können oder erfüllt werden sollen. Gemeint sind aber auch Fächerkoppelungen.
- Konzepte zum Bereich „Lernen des Lernens“
Hier sind Aussagen zur Vermittlung von Lern- und Arbeitstechniken zu machen, die für die Aufnahme eines Studiums oder einer beruflichen Ausbildung außerhalb der Hochschule erforderlich sind und die im Rahmen des Schulprogramms besonders vertieft werden.

Entsprechende schülerorientierte Unterrichtsformen wie wissenschaftspropädeutische Arbeits- und Darstellungsformen sind sicherzustellen, damit die Schülerinnen und Schüler die geforderten Methoden, Einstellungen, Verhaltensweisen und Arbeitshaltungen erwerben können.
- Vereinbarungen zur Leistungsbewertung
Hierbei geht es um die systematische Einführung der in den Lehrplänen vorgesehenen Formen der Leistungsbewertung, um gemeinsame Bewertungskriterien und Korrekturverfahren. Es geht ebenso um Vereinbarungen zu Parallelarbeiten und die Verwendung von Aufgabenbeispielen.
- Konzepte für die Erziehungs- und Beratungsarbeit in der gymnasialen Oberstufe
Hier sind zum Beispiel die Gestaltung des Übergangs in die gymnasiale Oberstufe und die Studien- und Berufswahlvorbereitung zu nennen.
- Konzepte für das Schulleben
Dazu gehören zum Beispiel Schwerpunktsetzungen im Bereich der Umwelt-erziehung, der interkulturellen Arbeit, Akzente zur Öffnung der Schule, zusätzliche Angebote im Chor, Orchester, Theater, außerunterrichtlicher Schulsport, Studienfahrten und ihre Verflechtung mit dem Unterricht, Schulgottesdienste und religiöse Freizeiten.
- Aussagen zu besonderen Ausprägungen des Bildungsgangs
Hierzu zählen zum Beispiel die Sprachenfolgen, bilinguale Angebote, naturwissenschaftliche, technische, sportliche, künstlerische oder gesellschaftliche Schwerpunkte der Profile, die Einbeziehung von Wettbewerben, das Angebot besonderer Lernleistungen in die Abiturprüfung einzubringen o. ä..

(4) Schulinterne Arbeitsstrukturen und -verfahren

(Geschäftsverteilungsplan, Konferenzarbeit)

(5) Mittelfristige Ziele für die schulische Arbeit

(6) Arbeitsplan für das jeweilige Schuljahr

(7) Fortbildungsplanung

(8) Planung zur Evaluation

Hier geht es um Aussagen zu Verfahren der Entwicklung und Evaluation des Schulprogramms, die sicherstellen, dass die Schule sich selbst auch Rechenschaft über die Ergebnisse ihrer Unterrichts- und Erziehungsarbeit gibt.

Bestandteile der Evaluation sind Aussagen und Verfahren zur Sicherung der Standards und zur Vergleichbarkeit der Anforderungen in den Schulen.

Schulprogramme spiegeln die Besonderheit einer Schule und zugleich auch ihre Entwicklungsprozesse wider. Sie können und werden daher unterschiedlich aussehen. Unverzichtbar sind jedoch die Programmpunkte, die sich auf den Unterricht und die Erziehungsarbeit der Schule beziehen.

Ungültig

Lehrplan Biologie

Ungültig

Ungültig

Inhalt

	Seite
1 Aufgaben und Ziele des Faches	5
1.1 Didaktische Konzeption und fachliche Anforderungen	5
1.2 Zusammenarbeit mit anderen Fächern	7
2 Bereiche, Themen, Gegenstände	8
2.1 Bereiche: Herleitung und didaktische Funktion	8
2.2 Zuordnung der Themen und Gegenstände zu den Bereichen des Faches	11
2.3 Obligatorik und Freiraum	13
2.3.1 Inhalte, Methoden, Schwerpunktvorhaben der Jahrgangsstufe 11	17
2.3.2 Inhalte, Methoden, Schwerpunktvorhaben der Jahrgangsstufen 12 und 13	23
2.3.3 Beispiele für Schwerpunktvorhaben	50
3 Unterrichtsgestaltung/Lernorganisation	57
3.1 Grundsätze der Unterrichtsgestaltung	57
3.2 Gestaltung der Lernprozesse	58
3.2.1 Kriterien für die Auswahl von Unterrichtsinhalten	58
3.2.2 Lern- und Arbeitsorganisation im Fach	60
3.2.2.1 Fachspezifische Methoden	60
3.2.2.2 Lehr- und Lernformen	64
3.2.2.3 Materialien und Medien im Biologieunterricht	69
3.2.3 Fachübergreifende, fächerverbindende und projektorientierte Lern- und Arbeitsorganisation	71
3.2.4 Besondere Lern- und Arbeitsformen	76
3.2.4.1 Exkursion	76
3.2.4.2 Praktikum	76
3.2.4.3 Besondere Lernleistung	78
3.3 Grund- und Leistungskurse	78
3.4 Sequenzbildung	80
3.5 Mädchen und Jungen im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Unterricht	86

4	Lernerfolgsüberprüfungen	88
4.1	Grundsätze	88
4.2	Beurteilungsbereich „Klausuren“	89
4.2.1	Allgemeine Hinweise	89
4.2.2	Fachspezifische Hinweise zu Aufgabenstellung, Korrektur und Bewertung von Klausuren	89
4.2.3	Aufgabenstellung, formale Gestaltung, Korrektur und Bewertung von Facharbeiten	92
4.3	Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“	93
4.3.1	Allgemeine Hinweise	93
4.3.2	Anforderungen und Kriterien zur Beurteilung der Leistungen im Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“	93
4.3.2.1	Beiträge zum Unterrichtsgespräch	93
4.3.2.2	Hausaufgaben	94
4.3.2.3	Referat	94
4.3.2.4	Protokolle	95
4.3.2.5	Schriftliche Übungen	96
4.3.2.6	Mitarbeit in Projekten	97
4.3.2.7	Beiträge zu Untersuchungen und Experimenten	97
4.3.2.8	Sonstige Präsentationsleistungen	98
5	Die Abiturprüfung	99
5.1	Allgemeine Hinweise	99
5.2	Beschreibung der Anforderungsbereiche	99
5.3	Die schriftliche Abiturprüfung	101
5.3.1	Aufgabenarten der schriftlichen Abiturprüfung	101
5.3.2	Einreichen von Prüfungsvorschlägen	103
5.3.3	Bewertung der schriftlichen Prüfungsleistung	104
5.3.4	Beispiele für Prüfungsaufgaben in der schriftlichen Abiturprüfung	106
5.3.4.1	Beispiel für einen Prüfungsvorschlag im Leistungskurs	106
5.3.4.2	Beispiel für einen Prüfungsvorschlag im Grundkurs	117
5.4	Die mündliche Abiturprüfung	127
5.4.1	Aufgabenstellung für den ersten Teil der mündlichen Prüfung	127
5.4.2	Aufgabenstellung für den zweiten Teil der mündlichen Prüfung	128
5.4.3	Bewertung der Prüfungsleistungen	128
5.4.4	Beispiel für eine mündliche Abiturprüfung	130
5.4.4.1	1. Teil: Prüfungsaufgabe	130
5.4.4.2	2. Teil: Prüfungsgespräch	134
5.5	Die besondere Lernleistung	138
6	Hinweise zur Arbeit mit dem Lehrplan	139

1 Aufgaben und Ziele des Faches

1.1 Didaktische Konzeption und fachliche Anforderungen

Im Unterricht der **Sekundarstufe I** stehen die Lebewesen in ihrem Bau und ihrer Funktion im Vordergrund. Einzelne Tier- und Pflanzenarten und der Mensch werden ganzheitlich auf ihren Struktur- und Funktionszusammenhang hin untersucht. An wenigen Beispielen werden die Beziehungen der Lebewesen untereinander und zu ihrem Lebensraum behandelt und vereinfachte ökologische Gesetzmäßigkeiten aufgestellt sowie verwandtschaftliche Beziehungen hergestellt.

Der Unterricht in der **gymnasialen Oberstufe** setzt die Arbeit der Sekundarstufe I fort. Es werden jedoch komplexere Zusammenhänge in den Blick genommen.

Das Fach Biologie vermittelt in der gymnasialen Oberstufe ein tiefergehendes **biologisches Grundlagenwissen** und trägt zu einem naturwissenschaftlich fundierten Weltverständnis bei. Es stehen nicht mehr einzelne Organismen im Vordergrund, sondern es werden die Gemeinsamkeiten und Unterschiede lebender Systeme untersucht. An ausgesuchten Beispielen werden wichtige Lebensprinzipien wie Stoff- und Energiewechsel, Bewegungsfähigkeit, Informationsbildung, -speicherung und -weitergabe, Fortpflanzung und Entwicklung etc., erarbeitet. Differenzierter als in der Sekundarstufe I werden Gestalt und Struktur der Lebewesen im Zusammenhang mit ihrer jeweiligen Funktion betrachtet. Das geschieht sowohl auf der molekular-zellulären als auch auf der organismischen und der biosphärischen Ebene.

Intensiver als in der Sekundarstufe I ist die Erarbeitung von Sachkenntnissen mit der Vermittlung von **Fachmethoden** und **Verfahrenstechniken** verknüpft. Der Unterricht leitet zu einem genauen praktischen naturwissenschaftlichen Arbeiten an und macht die Notwendigkeit einer kritischen Ergebnisanalyse bewusst. Die Reflexion und Diskussion der Verfahren der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung trägt zu einer intensiveren **wissenschaftspropädeutischen Ausrichtung** des Unterrichts bei als sie in der Sekundarstufe I erfolgen kann. Die Schülerinnen und Schüler erwerben über das somit gewonnene breite Verständnis von biologischen Systemen eine allgemeine **Studierfähigkeit**. Die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten lassen sich auch auf berufliche Bereiche und Situationen übertragen und dort anwenden. Somit eröffnet der Biologieunterricht gleichzeitig Einblicke in die **Berufswelt**.

Eine wichtige Aufgabe des Biologieunterrichtes ist das stetige und intensive Bemühen, das Interesse von jungen Menschen an dem Zusammenwirken von Mensch, Tier und Pflanze, insbesondere in ökologischen Systemen, aufzugreifen, durch direkte Begegnung im Schul- und Wohnumfeld weiter zu fördern und eine erlebnis-hafte Bindung an die Natur zu wecken.

Die Auseinandersetzung mit biologischen Zusammenhängen führt zu dem Bewusstsein, dass der Mensch Teil der Biosphäre ist und seine Lebenserhaltung eng mit der Existenz anderer Lebewesen und der unbelebten Natur verbunden ist. Das Unterrichtsfach Biologie hilft so jungen Menschen auf der Suche nach dem Wesen des Lebens. Die Grundlagen des Lebens werden beleuchtet und die Verflechtung

von Lebensprozessen erkannt. Außerdem sensibilisiert es über Auswirkungen des menschlichen Handelns auf die Natur nachzudenken, und Entscheidungen, die die Umwelt beeinflussen, kritisch zu überprüfen.

Die im Unterricht erworbenen Kenntnisse über die Grundphänomene lebender Systeme, ihr Zusammenspiel und ihre Bedeutung für gegenwärtige und zukünftige Lebenssituationen, sind Voraussetzungen dafür, zu einer verantwortungsvollen Gestaltung der Welt zu kommen, die von einer **nachhaltigen Entwicklung** getragen wird. Nicht allein der Nutzwert von Pflanzen und Tieren darf Maßstab für die Auswahl der Unterrichtsgegenstände sein. Der **Eigenwert der Lebewesen** ist neben der Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen für die Menschheit eine wesentliche Begründung für den Arten- und Biotopschutz. Ein zeitgemäßer Biologieunterricht muss daher Handlungsbereitschaft und Handlungskompetenz für den **Natur- und Umweltschutz** fördern.

Die Erkenntnisfortschritte in den Biowissenschaften und der Medizin sowie deren technische Umsetzungsmöglichkeiten erfordern zwangsläufig auch eine Diskussion der wissenschaftlichen Verantwortlichkeit sowie der Maßstäbe des Umgangs und des Bewertens dieser neuen Technologien. Eine derartige **Auseinandersetzung mit ethischen Fragen** ist daher im Biologieunterricht unabdingbar.

Kennzeichnend für die Fachwissenschaft Biologie ist der fortlaufende ständig wachsende Wissenszuwachs. Ein Unterricht, der das berücksichtigt, muss für neue fachliche Erkenntnisse und Entwicklungen offen sein.

Der Biologieunterricht vermittelt außerdem eine Vielzahl von **allgemeinen Kompetenzen**, denn gerade in der Biologie sind Anschaulichkeit, Problemaufwurf aus dem Lebensumfeld, Lösungsstrategien und Handlungsorientierung durch die direkte Begegnung mit Begreifbarem und durch Möglichkeiten konkreten Tuns immanent enthalten. Der Nachvollzug der naturwissenschaftlichen Vorgehensweise ermöglicht Schülerinnen und Schülern **problemlösende Denk- und Lernstrategien** zu entwickeln, die ihnen auch in anderen Lebens- und Berufszusammenhängen hilfreich sind. Die Anleitung zum selbsttätigen Erarbeiten von Kenntnissen, Forschen und Finden bereitet auf **lebenslanges Lernen** vor.

Den unterschiedlichen, aus den einzelnen fachlichen Teildisziplinen der Biologie erwachsenen Unterrichtsschwerpunkten liegen vielfältige verschiedenartige Denkstrukturen zu Grunde. Probleme aus den Bereichen der Molekularbiologie, der Ökologie oder der Evolutionsbiologie erfordern jeweils andere Zugangsweisen. Darüber hinaus werden viele Sachzusammenhänge in der Biologie erst durch **modellhaftes Betrachten** verständlich. Die Entwicklung und Anwendung solcher Modellvorstellungen schult das abstrakte Denkvermögen und erfordert kreative Vorgehensweisen, die an vielfältigen Beispielen geübt werden können.

Die komplexen Unterrichtsgegenstände der Biologie erfordern zwangsläufig eine klare, fachspezifische verbale und schriftliche Darstellungsweise. Aufgabe des Unterrichts ist es, Gelerntes zu vergleichen, zu klassifizieren und durch geeignete Begriffsbeziehungen zu vernetzen. So lernen die Schülerinnen und Schüler einerseits eine **angemessene Fachsprache**, andererseits werden das **schlussfolgernde Denken** und die **sprachliche Ausdrucksfähigkeit** geschult.

Phänomene der Biologie lassen sich häufig durch arbeitsteiliges Vorgehen in Gruppen effektiver bearbeiten. Eine gezielt geplante Kooperation innerhalb der Gruppen ist demnach ein immanentes Prinzip vieler Untersuchungen (z. B. bei der Durchführung von Experimenten oder in der Freilandarbeit oder bei der langfristigen Bearbeitung von selbst gewählten Themen). Die Schülerinnen und Schüler sind darauf angewiesen, sich über ihre Vorgehensweise zu verständigen, eigenverantwortlich Aufgaben zu übernehmen und gemeinsam Lösungswege zu finden und sie zu verfolgen. Sie lernen in einem Team zu arbeiten und erwerben dadurch wichtige **kommunikative und soziale Kompetenzen**.

1.2 Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Eine Zusammenschau der Erkenntnisprozesse aller Unterrichtsfächer nimmt das Wesen des Menschen, seine Fähigkeiten und Fertigkeiten, seine Einbindung in die belebte und unbelebte Natur ganzheitlich in den Blick. Somit werden den Schülerinnen und Schülern Grundlagen des Lernens und des Behaltens, Fragen des Seins und der menschlichen Evolution, Funktionsweisen der Lebensprozesse, Verflechtungen innerhalb der Natur, die Ästhetik des Naturerlebnisses bewusst. Es finden sich deshalb viele Berührungspunkte des Faches Biologie mit weiteren Naturwissenschaften, Sport aber auch mit Gesellschafts- und Geisteswissenschaften sowie mit künstlerischen und musischen Fachdisziplinen. Eine Beschäftigung mit der jeweiligen Sichtweise anderer Fächer führt zu einer Erweiterung des Erkenntnishorizontes. Die Zusammenarbeit mit anderen Fächern will auch die Kooperation von Fachleuten in Wissenschaft und Berufsleben bewusst machen und somit Einblicke in die Arbeitswelt vermitteln.

Außerdem ergeben sich häufig pragmatische Verknüpfungsnotwendigkeiten. Der umfangreiche Wissenszuwachs der Biologie in den letzten Jahrzehnten ist eng verknüpft mit neuen Erkenntnissen aus den Bereichen der Chemie und der Physik. Ferner erfordern die Anwendungsbereiche wie z. B. der Biotechnologie Verständnis für Technik und Steuerungsprozesse. Die Entwicklungen auf dem Gebiet der Fortpflanzungsmedizin, aber auch der Gendiagnostik mit ihren Anwendungsgebieten, die Aufklärung komplexer Genome sowie die kontroverse Diskussion über Gentherapie-Konzepte mit ihren Einsatzgebieten können erst in der gymnasialen Oberstufe auf fachlich fundierter Basis aufgezeigt werden. Eine in diesem Zusammenhang notwendige Technologiefolgen-Abschätzung, die auch im Hinblick auf den humanen Einsatzbereich das theoretisch Machbare hinterfragt, das ethisch Vertretbare reflektiert sowie alternative Konzepte in den Blick nimmt, erfordert zwangsläufig auch Bezüge zu Philosophie und Religionswissenschaften. Ökologische Fragestellungen weisen Bezüge zu Grundlagen der Geographie und zu sozialwissenschaftlichen Verfahrensweisen auf.

In Bereichen der Gesundheits- und Umwelterziehung nimmt die Biologie eine zentrale Stellung ein. Hier kann der Biologieunterricht Verantwortung für Handlungsorientierung aber auch für die Gestaltung von Schulleben übernehmen.

2 Bereiche, Themen, Gegenstände

2.1 Bereiche: Herleitung und didaktische Funktion

Im Biologieunterricht der gymnasialen Oberstufe sind **drei Bereiche** zu berücksichtigen.

Der **Bereich I** umfasst die **Fachinhalte** (z. B. Biomembran, DNA oder Selektion). Dazu gehört auch die Vermittlung biologischer Fachmethoden und Arbeitstechniken (z. B. Zentrifugation, Mikroskopie oder Chromatographie).

Der **Bereich II** fordert das **Lernen im Kontext**. Hierbei werden die biologischen Phänomene und Fragestellungen in interdisziplinäre Zusammenhänge und Praxisbezüge eingebunden.

Der **Bereich III** umfasst den **Umgang mit Fachmethoden** und die **Formen des selbstständigen Arbeitens**, die sich durchdringen. Hierzu gehören:

- **Fachmethoden** der Biologie zur Anleitung und Förderung wissenschaftspropädeutischen Arbeitens. Die fachliche Methodenkompetenz wird entwickelt durch:
 - Erkundungsverfahren wie z. B. Beobachten, Untersuchen, Experimentieren
 - Darstellungsverfahren wie z. B. Verwenden von Diagrammen, Mathematisieren, Protokollieren, Zeichnen
 - Vierfaches Methodengefüge (Induktion, Deduktion, Analyse, Synthese)
- **Lehr- und Lernmethoden** des Biologieunterrichts als **Formen des selbstständigen Arbeitens**. Sie leiten unter anderem auch zu sozialem Verhalten an und fördern damit die soziale Methodenkompetenz (durch z. B. Exkursionen, Teamarbeit, Gruppenarbeit, Projekte, Betriebs- oder Institutsbesuche).

Insgesamt werden innerhalb des Bereiches III durch die Beschäftigung mit Fachmethoden implizit allgemeine Kompetenzen vermittelt.

Die drei Bereiche stehen in einem Abhängigkeitsgefüge, sie durchdringen sich. Sie helfen, das Schulfach Biologie in der Vielschichtigkeit seiner Sachverhalte und Zugangsweisen didaktisch zu gliedern und exemplarisch zu erfassen. Ein solcher Biologieunterricht geht über eine didaktisch reduzierte Abbildung der Biologie als Wissenschaft hinaus. Er schließt bewusst auch allgemeine unterrichtliche Ziele und Prinzipien ein und stellt eine Beziehung zwischen der Biologie und deren sozialem und politischem Kontext her. Damit kommt er dem Anspruch von Biologie und Unterricht im Sinne einer ganzheitlich angelegten Ausbildung nach.

Bei der Planung von Unterricht sollen alle drei Bereiche, entsprechend dem Herausuchen eines Wertes aus einer dreidimensionalen Matrix, berücksichtigt werden.

Bereich I: Fachinhalte

Die fachlichen Inhalte leiten sich aus folgenden biologischen Prinzipien ab: **Kennzeichen des Lebendigen** und **Organisationsebenen des Lebendigen**.

Als **Kennzeichen des Lebendigen** sind zu nennen:

- Strukturelle Vielfalt und Untergliederung
- Stoff- und Energiewechsel
- Regulation
- Reizbarkeit, Bewegung und Verhalten
- Existenz in Wechselbeziehungssystemen
- Fortpflanzung und ontogenetische Entwicklung
- Vererbung
- Phylogenetische Entwicklung.

Das Leben selbst ist in Systemen unterschiedlicher Komplexität organisiert, diese lassen sich in drei **Organisationsebenen** zusammenfassen:

- Molekulare Ebene
Sie umspannt Dimensionen vom Elektron bis zu zellulären Struktur- und Funktionseinheiten
- Ebene des Organismus
Sie umfasst die Strukturen und Funktionen eines Individuums
- Ebene der Population / Biozönose
Sie berücksichtigt das Zusammenspiel auf überindividueller Ebene bis hin zur Biosphäre. Großräumige und langfristige Veränderungen sowie komplexe Wechselbeziehungen werden hierbei erfasst.

Die Verknüpfung dieser aufgeführten Grundprinzipien miteinander ergeben die Schwerpunkte, die die Biologie wesentlich kennzeichnet. Sie finden sich in den für die gymnasiale Oberstufe zusammengestellten Leitthemen wieder (vgl. Kapitel 2.2) und tragen zu deren inhaltlicher Ausgestaltung bei.

Bereich II: Lernen im Kontext – Anwendungsbezüge

Biologische Kenntnisse bekommen zunehmend in angewandten Bereichen Relevanz. Hier ergeben sich auf Grund ökonomischer und technologischer Nutzbarkeiten neue Berufsfelder und Wirtschaftssektoren. Für sie können die Schülerinnen und die Schüler interessiert und vorbereitet werden, indem die Bedeutung von Grundlagenwissen und Erkenntnissen aus dem Bereich der Biologie etwa für die kommunale Verwaltung sowie für viele Bereiche der Politik und Wirtschaft vermittelt und Perspektiven für das spätere Berufsleben aufgezeigt werden. So sind z. B. die Medizin und Pharmazie entscheidend von biologischen Erkenntnissen abhängig. Landschaftsplanung und -bewertung bedürfen eines biologischen Fundamentes. Land- und Forstwirtschaft sind wichtige Bereiche der Produktionsbiologie, die in einem Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie stehen. Biotechnische Verfahren und Produkte drängen zunehmend auf unseren Markt. Viele Nahrungs- und Futtermittel, Arzneimittel und Grundstoffe werden mit Verfahren der Biotechnologie hergestellt. Deshalb sollte der Biologieunterricht neben den fachwissenschaftlichen Erkenntnisweisen und Methoden auch exemplarisch in bio- und umwelttechnologische Verfahrenweisen einführen.

Die Biologie baut vielfach auf Erkenntnissen und Methoden anderer Fächer auf, insbesondere aber auf den Fächern Chemie und Physik. Auch die Vielfalt der Natur ist für viele andere Unterrichtsfächer eine Herausforderung, sich mit biologischen Zusammenhängen zu beschäftigen. Herkunft, Veränderung und Endlichkeit des Lebens sind fundamentale erkenntnistheoretische Fragen und berühren damit Philosophie, Soziologie und Theologie. Naturbegegnung und Naturerlebnis bestimmen vielfach das kulturelle Schaffen in Literatur, Kunst und Musik. Letztendlich können biologische Erkenntnisse das Menschsein, dessen Körperlichkeit, Psyche und Verhalten bis hin zu Kreativität und Aggression verständlicher werden lassen.

Die Nutzung von Organismen für den menschlichen Fortschritt sowie Eingriffe in biologische Systeme setzen beim Menschen die Fähigkeit zu einer Bewertung auf fachlicher Grundlage voraus. Entscheidungen für, aber auch gegen eine wirtschaftliche Verwendung biologischer Erkenntnisse erfordern ein Abwägen von Fakten in Übereinstimmung mit gesellschaftlichen und ethischen Werten und Normen. Wertmaßstäbe und Verantwortung finden ihren Niederschlag auch in Gesetzen und Verordnungen. Damit ist biologisches Wissen eine Voraussetzung für den verantwortungsvollen Umgang mit der Natur. Im Biologieunterricht ist ein Bewusstmachen von Wertmaßstäben und das damit verbundene Verdeutlichen von Verantwortung für Leben, Umwelt und den eigenen Körper ebenso notwendig wie eine Diskussion um nachhaltige Entwicklung. Nur so lassen sich die komplexen und oft globalen Zusammenhänge angewandter Biologie zukunftsorientiert vermitteln.

Bereich III: Umgang mit Fachmethoden und Formen selbstständigen Arbeitens

In Verbindung mit den Inhalten wird der **Umgang mit fachspezifischen Arbeitsweisen** vermittelt bzw. eingeübt. Im Sinne eines wissenschaftspropädeutischen Arbeitens sollten die im Unterricht verwendeten Fachmethoden die wissenschaftlichen Arbeitsweisen exemplarisch widerspiegeln. Die Kenntnis dieser Methoden und der Umgang mit diesen ist somit ein wesentliches Lernziel und trägt besonders zu einer Vermittlung von **allgemeinen Kompetenzen** bei.

Die problemorientierte Vorgehensweise im Biologieunterricht fordert selbstständiges Arbeiten der Schülerinnen und Schüler geradezu heraus. Dabei hat das biologische Objekt durch seine Konkretheit und seine Anschaulichkeit Aufforderungscharakter. Die Frage- und Forschungshaltung der Jugendlichen kann schnell geweckt werden. Ein solcher Unterricht bietet sich für projektartiges Arbeiten in besonderer Weise an. Schülerinnen und Schüler können in Vorhaben einbezogen werden, die von einfachen Erkundungsaufträgen, der Planung und Durchführung von Experimenten bis hin zu relativ komplexen Untersuchungen in Ökosystemen oder Züchtungsversuchen sowie über die Dokumentation von Beobachtungen bis zur Abfassung einer Stellungnahme mit gesellschaftlicher oder politischer Relevanz reichen. Außerdem bekommen Schülerinnen und Schüler über das eigenständige praktische Arbeiten und das eigenverantwortliche Planen, wie z. B. das Experimentieren einen Einblick in die Voraussetzungen, die Tragweite, die Leistungsfähigkeit, aber auch in die Grenzen der wissenschaftlichen Ergebnis- und Modellbildung (vgl. Kapitel 3). Die praktische methodenorientierte Arbeit erhält damit

in der gymnasialen Oberstufe bei allen Unterrichtsgegenständen einen hohen Stellenwert. Sie zieht sich als wesentliches Element durch den gesamten Unterricht.

Langfristig trägt ein selbst gesteuertes Lernen dazu bei, Lösungsstrategien einzuüben und eigene Lernkompetenzen zu entwickeln. Ebenso erfordert es von Seiten der Schülerinnen und Schüler zwangsläufig das Denken und Arbeiten in übergreifenden Zusammenhängen und fördert die Beurteilungs- und Kritikfähigkeit über die Wirkungen und Auswirkungen der Biowissenschaften und hilft ihnen, Entscheidungs- und Handlungskompetenz bei Meinungsbildungsprozessen zu entwickeln und eigene Werthaltungen aufzubauen.

Regelmäßiger Bestandteil eines praxisorientierten Biologieunterrichts ist sein Beitrag zum sozialen Lernen mit der Förderung von Teamfähigkeit bei der Erledigung von Arbeitsaufträgen und mit dem Einüben von Regeln für den Umgang miteinander. Gerade bei umfassenden Beobachtungsaufgaben und bei experimentellem Arbeiten ist ein arbeitsteiliges Vorgehen ebenso vorteilhaft wie bei Versuchsreihen zur Ermittlung von Durchschnittswerten oder bei komplexeren Freilanduntersuchungen. Dadurch wird ein Unterricht möglich, bei dem jede Schülerin und jeder Schüler sich den individuellen Interessen und Fähigkeiten entsprechend einbringen kann. Dies übt die Schülerinnen und Schüler in arbeitsteiligen und kooperativen Arbeitsformen, so wie sie in der Berufswelt ebenfalls gefordert werden.

Im Biologieunterricht werden auch sprachliche Kompetenzen vermittelt. So sind z. B. vergleichende Analysen von Originaltexten, die Beschäftigung mit historischen Veröffentlichungen zu biologischen Fragestellungen und der Umgang mit fremdsprachiger Fachliteratur wichtige Lerninhalte. Beim genauen Beschreiben von Diagrammen und Interpretieren von Modellvorstellungen, bei der Erläuterung von Kausalzusammenhängen sowie bei der begründenden Argumentation beim Erstellen von Hypothesen wird die sprachliche Ausdrucksweise geschult.

2.2 Zuordnung der Themen und Gegenstände zu den Bereichen des Faches

Die Auswahl der Fachinhalte sowie der Themen und Gegenstände für den Biologieunterricht der gymnasialen Oberstufe soll sich an den beiden Grundprinzipien **Kennzeichen des Lebendigen** sowie den **Organisationsebenen des Lebendigen** orientieren. Durch eine ausgewogene Berücksichtigung beider Prinzipien bei den fachlichen Unterrichtsentscheidungen wird dieser fachwissenschaftliche Strukturierungsansatz zu einem didaktischen Orientierungs- und Steuerungsinstrument. Gleichberechtigte Beachtung aller Kennzeichen des Lebendigen und der drei Organisationsebenen vermeidet einen einseitigen Biologieunterricht z. B. vorrangig nur molekularbiologische oder nur populations- bzw. gesellschaftsbezogene Betrachtung an vielleicht nur einem oder zwei Kennzeichen des Lebendigen.

Dieser durch die Fachwissenschaft begründete Strukturierungsansatz für Unterrichtsentscheidungen erfährt durch den Einbezug der **Bereiche II und III** eine Erweiterung. Die Themen, die den Unterricht in den Jahrgangsstufen der gymnasialen Oberstufe leiten (Leitthemen), intendieren eine Kombination von Aspekten ver-

schiedener Fachdisziplinen und Anwendungsgebiete. Dadurch wird ein ganzheitlicher Zugang zu Phänomenen, Fragestellungen und Nutzungen, die mit Lebensvorgängen verbunden sind, ermöglicht. Außerdem wird die Notwendigkeit, fachübergreifende und fächerverbindende Bezüge zu verdeutlichen bzw. allgemeine Kompetenzen sachlich und methodisch in größerem Umfang zu berücksichtigen, gewährleistet.

Die Jahrgangsstufe 11 hat als Basiskurs über den gesamten Zeitraum eines Jahres eine Schlüsselstellung in der gymnasialen Oberstufe und vermittelt als organisatorische Einheit zwischen der Sekundarstufe I und der Qualifikationsphase. Zum einen werden die fachlichen und methodischen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler aus den unterschiedlichen Lerngruppen auf eine gemeinsame Grundlage gestellt. Zum anderen wird als wesentliche Aufgabe das methodische und fachwissenschaftliche Fundament für die Qualifikationsphase gelegt und somit die Abiturvorbereitung eingeleitet.

Eine solche Basis für die oberstufenspezifische Arbeit des Faches Biologie bildet das Leitthema **„Physiologie: Struktur – Funktion – Wechselwirkung“**. Es umfasst wesentliche Inhalte, Methoden und Anwendungen der Cytologie, Physiologie und Regulation, berücksichtigt aber auch biochemische, anatomisch-morphologische, ökologische und evolutionsbiologische Bezüge und macht grundsätzlich die enge Verzahnung von Bau und Funktion deutlich.

In der Qualifikationsphase der **Jahrgangsstufen 12 und 13** sind die folgenden Leitthemen vorgesehen:

„Genetische und entwicklungsbiologische Grundlagen von Lebensprozessen“

„Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung“

„Evolution der Vielfalt des Lebens in Struktur und Verhalten“

„Steuerungs- und Regulationsmechanismen im Organismus“ an verschiedenen Wahlbeispielen.

Die Leitthemen verknüpfen die fachwissenschaftlichen Teildisziplinen der Biologie wie die Sinnesphysiologie, Genetik und Entwicklung, Verhaltensbiologie, Ökologie und Evolution unter bestimmten Aspekten in verschiedensten Kombinationen miteinander.

Eine schulinterne Abstimmung über die Abfolge oder Bündelung der Inhalte in der Qualifikationsphase ist notwendig. Sie fällt in die Verantwortung der Fachkonferenz. Dies geschieht aus lernpsychologischen und sachlogischen Gründen nach der Prämisse der steigenden Komplexität. Der zeitliche Umfang der Behandlung der Leitthemen der Qualifikationsphase muss ihrer Gleichrangigkeit Rechnung tragen. Dabei ist auch auf eine sinnvolle Einordnung in das Schulprogramm zu achten (vgl. Kapitel 3.4).

2.3 Obligatorik und Freiraum

Im folgenden Kapitel werden die obligatorischen Fachinhalte mit zugeordneten Anwendungsbeispielen und Fachmethoden beschrieben. Sie sind für alle drei Jahrgangsstufen der gymnasialen Oberstufe im Einzelnen aufgelistet. Jeder Liste ist ein Text vorangestellt, der die didaktischen Intentionen und Schwerpunkte festlegt und Hinweise auf übergeordnete Gesichtspunkte gibt.

In diesen Vortexten sowie in den tabellarischen Übersichten (der drei Bereiche) sind verbindliche Fachinhalte und obligatorische Anteile der Bereiche II und III durch **Fettdruck** hervorgehoben. Er spiegelt in seiner Gesamtheit die **Obligatorik** wider, die **für einen dreistündigen Grundkurs** gilt. Abgesehen von dieser auch für den Leistungskurs geltenden Obligatorik, werden die graduellen Unterschiede zwischen den beiden Kursarten zum einen durch entsprechende Anmerkungen in den Vortexten geregelt, zum anderen enthalten die Tabellen Hinweise auf Möglichkeiten der Erweiterung im Sinne einer vertieften wissenschaftspropädeutischen Ausbildung in den drei Bereichen (vgl. Kapitel 3.3).

Für eine erfolgreiche Arbeit in der gymnasialen Oberstufe sind bestimmte Kenntnisse und Fertigkeiten eine notwendige Voraussetzung. Ein Minimalkatalog an Inhalten, den die Schülerinnen und Schüler aus dem Unterricht der Sekundarstufe I zur Verfügung haben müssen, ist festgeschrieben und in den Vortexten zu den einzelnen Leitthemen aufgelistet. Die Fachkonferenzen sollen daher bei der Erstellung des schuleigenen Fachcurriculums auf die Bereitstellung dieser Inhalte im Sinne einer Lernprogression achten (vgl. Kapitel 6.1). Da auch Schülerinnen und Schüler anderer Schulformen in die gymnasiale Oberstufe eintreten, ergibt sich die Notwendigkeit, auch bei diesen Lernenden die fachlichen Eingangsvoraussetzungen zu sichern.

Individuelle Kenntnisdefizite haben die Schülerinnen und Schüler ggf. selbstständig zu wiederholen oder sogar neu zu erarbeiten. Die Kurslehrerin oder der Kurslehrer stellt dafür geeignete Materialien zur Verfügung und gibt Hilfen.

Die Tabellen mit der Zusammenstellung der Fachinhalte, Anwendungsbeispiele und Fachmethoden haben folgende einheitliche Struktur:

Leitthema		
Themenfeld		
<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungs- bezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>

Schwerpunktvorhaben

Die folgende Übersicht gibt eine Erläuterung zur Handhabung der Tabellen:

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<p>Die Fachinhalte sind zu Bausteinen (Themenfeldern) zusammengefasst. Die Reihenfolge, in der die Themenfelder aufgelistet sind, legt nicht zwangsläufig fest, dass sie in dieser Folge sukzessiv bearbeitet werden sollen. Vielmehr ist es sinnvoll, sie unter ganzheitlichen Aspekten gebündelt zu behandeln. Je nach Schwerpunktsetzung und gewähltem Schwerpunktvorhaben innerhalb eines Leitthemas ist es gegebenenfalls sinnvoll, Themenfelder oder Einzelinhalte zwischen den Leitthemen auszutauschen. Absprachen der Fachkonferenz sind dabei verbindlich (siehe „Sequenzbildung“, Kapitel 3.4 und „Aufgaben der Fachkonferenz“, Kapitel 6). Außerdem erfordern notwendige Schwerpunktsetzungen sowie die begrenzte Unterrichtszeit eine unterschiedlich vertiefende Behandlung obligatorischer Inhalte.</p>	<p>Eine Auswahl von Anwendungsbeispielen aus verschiedenen Themenfeldern ist beigelegt. Die Zusammenstellung erhebt insbesondere im Hinblick auf die Berücksichtigung aktueller Bezüge keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie soll der Fachlehrerin und dem Fachlehrer als Anregung für die vorgesehene Berücksichtigung des Bereiches II dienen und das Auffinden von Themen für Schwerpunktvorhaben (s. u.) erleichtern.</p> <p>Kontextbezüge sind grundsätzlich integrativer Bestandteil des Unterrichtes. Wie viele Anwendungsgebiete vertiefend zu behandeln und welche Schwerpunkte dabei zu setzen sind, ist dem jeweiligen Vortext zu entnehmen. Über weitere Anwendungsbezüge entscheidet die Fachlehrerin oder der Fachlehrer in Abstimmung mit den Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmern. Bei fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterrichtsphasen sind kooperative Absprachen und Festlegungen zwischen den beteiligten Fächern notwendig.</p>	<p>Jedem Themenfeld ist jeweils eine Auswahl von fachwissenschaftlichen und allgemeinen Unterrichtsmethoden, Verfahrenstechniken und allgemeinen Kompetenzen zugeordnet. Die Vermittlung von Fachmethoden in Verbindung mit den Fachinhalten ist grundsätzlich obligatorisch. Die hier vorgenommene Auflistung ist als Vorschlag für einen möglichst breit angelegten praxisorientierten Unterricht zu verstehen. Einzelne Methoden und Schulungsmöglichkeiten allgemeiner Kompetenzen sind obligatorisch gesetzt und sind auch den jeweiligen Vortexten zu entnehmen. Eine weitere zu treffende Auswahl oder eine Ergänzung ist den apparativen und materiellen Gegebenheiten der einzelnen Schule anzupassen.</p>

Schwerpunktvorhaben

Ein Teil des Unterrichts erfolgt in Form von Schwerpunktvorhaben. In einem inhaltlich überschaubaren Rahmen (Orientierungsrahmen 8 bis 10 Stunden, s. Kapitel 2.3.3) wird hierdurch eine Möglichkeit geschaffen, unter bestimmten Aspekten Schwerpunkte zu setzen, die in besonderer Weise den Grundsätzen der Vertiefung, der Vielfalt und des Exemplarischen gerecht werden.

Ein Schwerpunktvorhaben fokussiert in Grund- und Leistungskursen ausgewählte fachliche Inhalte (Bereich I) unter einem übergeordneten Aspekt. Es bietet sich somit die Möglichkeit einer Schwerpunktsetzung und Vertiefung, indem es **obligatorische Inhalte** aus mehreren Themenfeldern bündelt und Freiraum für eine intensivere Berücksichtigung der Bereiche II und III schafft.

Diesen didaktischen Ansatz veranschaulichen beispielhaft die Schemata des Kapitels 2.3.3 Die korrespondierenden obligatorischen Inhalte sowie Fachmethoden bilden die fachliche Basis. Sie werden in der Zusammenschau mit anwendungsbezogenen und fachübergreifenden Aspekten in ganzheitlicher Sichtweise behandelt. Außerdem findet auch die Schulung allgemeiner Kompetenzen eine angemessene Berücksichtigung.

In jedem Halbjahr der gymnasialen Oberstufe ist mindestens 1 Schwerpunktvorhaben durchzuführen. Teile der Obligatorik, die innerhalb dieses Schwerpunktvorhaben keine Berücksichtigung finden, werden in anderen Unterrichtsformen behandelt.

Die konkrete inhaltliche Ausgestaltung eines Schwerpunktvorhabens liegt in der Verantwortung der einzelnen Lehrkraft. Die Fachkonferenz legt dafür Rahmenvorgaben fest. Diese können sich z. B. auf jahreszeitliche, inhaltliche, fachübergreifende, methodische Aspekte beziehen.

Beim Auffinden von Themen und Inhalten für Schwerpunktvorhaben und deren Anordnung ist darauf zu achten, dass sich, über alle Jahrgangsstufen verteilt, die Vielfalt der Biologie durch unterschiedliche Schwerpunktsetzungen widerspiegelt. Dabei sollten alle drei Bereiche Berücksichtigung finden (vgl. Kapitel 2.2). Beispielsweise liegt es für die Jahrgangsstufe 11 nahe, eines der Schwerpunktvorhaben so zu konzipieren, dass Aspekte der Humanbiologie zentral sind. Dadurch wird es leicht möglich, die Organisationsebenen der molekularen Vorgänge und die des Organismus mit einzubeziehen.

Ein solches Schwerpunktvorhaben könnte sein:

- Niere – Ausscheidungszentrum des Körpers
- Herz – Motor des Kreislaufes
- Sport – biologisch betrachtet.

Ein zweites Schwerpunktvorhaben in der Jahrgangsstufe 11 könnte dann als Ergänzung und Ausgewogenheit dazu den pflanzlichen Organismus in den Vordergrund stellen. Es bietet sich hier an, Aspekte der Interdependenz von Morphologie, Histologie und Zellphysiologie mit Standortfaktoren als ökologischen Bezug zu behandeln.

Ein solches Schwerpunktvorhaben könnte sein:

- Holz – ein vielseitiger Rohstoff
- Wasser – eine entscheidende Lebensgrundlage.

Im Anschluss an die Tabellen mit den Fachinhalten, Anwendungsbezügen und Fachmethoden (s. u.) sind einige Beispiele für Schwerpunktvorhaben angeführt.

Die Fachlehrerinnen und Fachlehrer sind im Rahmen der Fachkonferenz aufgefordert, die Auswahl und Schwerpunktsetzung eines Schwerpunktvorhabens dem wissenschaftlichen Erkenntnisstand und den aktuellen gesellschaftlichen Ereignissen anzupassen. Weiterhin sollen die Schülerinteressen, das Schulprogramm, die Ausstattung der naturwissenschaftlichen Sammlungen sowie Kontaktmöglichkeiten zu außerschulischen Lernorten Berücksichtigung finden.

Die Lehr- und Lernform, mit der ein Schwerpunktvorhaben umgesetzt wird, wird häufig als offene Unterrichtform oder je nach Themenstellung auch als Praktikum gestaltet sein oder zum Projekt ausgebaut werden.

Fächerkoppelung durch Kooperation zweier zweistündiger Grundkurse im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld

Entsprechend der APO-GOST § 8 Abs. 2 ist es möglich, im Rahmen der Schwerpunktbildung einer Schule bei entsprechender inhaltlicher Abstimmung die Verpflichtung zur Belegung eines naturwissenschaftlichen Faches auch durch Koppelung eines zweistündigen naturwissenschaftlichen Faches und eines weiteren zweistündigen Faches aus dem mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld zu erfüllen. Diese Kurse sind in der Jahrgangsstufe 11 bis 13 durchgehend zu belegen. Über eine solche fachliche Schwerpunktsetzung entscheidet die Schulleitung nach Beratung in der Schulkonferenz (VV zu § 6 Abs. 4).

Die jeweiligen Kurslehrerinnen und Kurslehrer sind verpflichtet, eng zu kooperieren, indem im Rahmen der Sequenzbildung Absprachen getroffen werden. So sollten im Fach Biologie die Leitthemen und Themenfelder so angeordnet bzw. ausgewählt werden, dass zahlreiche inhaltliche und methodische Berührungs- oder Überschneidungspunkte bei analogem Vorgehen des Kooperationsfaches entstehen und ein gegenseitiges Zuarbeiten bei sequentiell alternierender Anordnung der Inhalte und Methoden möglich wird.

Es resultieren insbesondere für den Grundkurs Biologie im Sinne einer vertieften naturwissenschaftlichen Ausbildung synergetische Effekte, wenn inhaltliche und methodische Hintergründe im kooperierenden Fach bereitgestellt werden. Weiterhin können Möglichkeiten einer zeitgleichen fächerverbindenden Kooperation, z. B. in gemeinsamen Projektphasen, eröffnet werden.

Für den Anteil des Faches Biologie gilt die gleiche Obligatorik wie für den dreistündigen Grundkurs. Auf ein vollständiges Umsetzen der Obligatorik im zweistündigen Grundkurs Biologie kann jedoch verzichtet werden, wenn durch die gemeinsame Schwerpunktbildung der kooperierenden Fächer eine gleichwertige Breite und Vertiefung von naturwissenschaftlichen Inhalten und Methoden möglich wird. Über die Genehmigung entscheidet die obere Schulaufsicht (APO-GOST § 6 Abs. 4).

2.3.1 Inhalte, Methoden, Schwerpunktvorhaben der Jahrgangsstufe 11

„Physiologie: Struktur – Funktion – Wechselwirkung“

Voraussetzungen

In der Sekundarstufe I haben die Schülerinnen und Schüler die Zelle als kleinste lebendige Einheit in Form von Bakterien, einzelligen, tierischen und pflanzlichen Zellen kennen gelernt. Ebenso sind ihnen Formen der Zelldifferenzierung begegnet. Folgende Inhalte aus dem Biologieunterricht werden vorausgesetzt:

- Lichtmikroskopisch sichtbare Grundstrukturen der Zelle
- Mikroskopische Übungen
- Summarische Ergebnisdarstellung der Mitose
- Verdauungsprinzip mit Hilfe von Enzymen
- Bedeutung von Nährstoffen für den Energiehaushalt und den Baustoffwechsel
- Grundprinzip der Photosynthese.

Aus dem Chemieunterricht werden vorausgesetzt:

- C-C Verknüpfungsprinzip als Grundlage der Stoffvielfalt der organischen Chemie
- Kondensation und/oder Hydrolyse
- Einfluss polarer Gruppierungen auf Löslichkeit, Abhängigkeit dieser Eigenschaft von der Kettenlänge.

Beschreibung der Bereiche

Die Schülerinnen und Schüler erhalten im **Bereich I** neue vertiefende Einblicke in naturwissenschaftliche Lösungsstrategien, die wegführen von einer organismenbezogenen phänomenologischen Ebene zu einer Ebene auf zellulärem, molekularem und biochemischem Niveau. In der Sekundarstufe II sollen schwerpunktmäßig die Inhalte ausgewählt werden, die grundlegende Lebensformen und -funktionen sowie Wechselbeziehungen zwischen Lebensprozessen charakterisieren. Ökologische oder evolutionsbiologische Bezüge sollen hergestellt werden, um zu verdeutlichen, dass die einzelnen Organisationsebenen wie die Moleküle, Zellen, Organellen, Organe und Organismen im Austausch und in Wechselbeziehung untereinander und mit der Umgebung stehen.

Es empfiehlt sich z. B. nicht zuletzt auch aus lernpsychologischen Gründen die für das Verständnis der verschiedenen Lebensprozesse notwendigen molekularen Grundlagen nicht im Block sondern integriert zu behandeln. Die Biomembranen sind geeignet, um den Bau und die Funktionen der Lipide und Proteine einzuführen. Die Dissimilation, Gärung und Assimilation bilden eine Anbindung für die Kohlenhydrate. Die Biokatalyse stellt die Enzyme als spezielle Proteine in den Mittelpunkt.

Im **Bereich II** soll die Auswahl der Anwendungsbezüge insbesondere unter humanbiologischen Schwerpunkten getroffen und damit ein unmittelbarer Bezug zur Lebenswirklichkeit der Jugendlichen hergestellt werden. Beispiele könnten sein:

Gesundheit, biotechnologische Verfahren, ernährungsphysiologische und medizinische Aspekte, Umweltbildung und ökologische Probleme z. B. im Zusammenhang mit der Welternährung. Aus diesen Überlegungen heraus können sich auch die Schwerpunktvorhaben ergeben.

Für den **Bereich III** ist es ein Ziel, die Grundlagen für den Erwerb allgemeiner Kompetenzen für eine allgemeine Studierfähigkeit zu legen. Dazu sollen die Schülerinnen und Schüler in selbstständige Lernstrategien eingewiesen, in eigenverantwortlichem Planen und Handeln geschult sowie in Formen arbeitsteiligen und kooperativen Arbeitens in Gruppen eingeübt werden. Der Lernprozess ist so anzulegen, dass die Schülerinnen und Schüler im Sinne der Wissenschaftspropädeutik naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung nachvollziehen, fachspezifische Arbeitsweisen möglichst häufig selbst anwenden und Verfahrenstechniken kennen lernen. Sie werden dadurch auf die Arbeitsweisen und das Anspruchsniveau späterer Grund- und Leistungskurse vorbereitet. Die Jahrgangsstufe 11 ist für die Durchführung eines biochemischen Praktikums gut geeignet.

Obligatorik

Obligatorisch sind im Bereich I alle Inhalte der folgenden Themenfelder:

- **Zelle, Gewebe, Organismus**
- **Molekulare Grundlagen, Kompartimentierung, Transport**
- **Biokatalyse**
- **Betriebsstoffwechsel und Energieumsatz ▲**
- **Nutzung der Lichtenergie zum Stoffaufbau ▲**

Grundlegende molekulare Prinzipien sollten nur an einem der mit „▲“ gekennzeichneten Themenfelder vertiefend behandelt werden.

Verpflichtend ist im Bereich II die ausführliche Betrachtung von mindestens **zwei Anwendungsbereichen**. Dabei sollten die Organismengruppen **Pflanze, Tier, Mensch** eine gleichwertige Berücksichtigung finden. Die Auswahl soll insbesondere unter humanbiologischen Gesichtspunkten getroffen werden. So könnten entweder **ein physiologischer Vorgang** oder **ein Gesundheitsaspekt** angesprochen werden.

Im Bereich III sind die in den Tabellen **fett gedruckten Fachmethoden** obligatorisch. Darüber hinaus ist **ein biochemisches Experiment** durchzuführen und **das Prinzip der Modellbildung** ist an einem der mit * gekennzeichneten Beispiele intensiv nachzuvollziehen.

Jahrgangsstufe 11: Physiologie: Struktur – Funktion – Wechselwirkung

Zelle – Gewebe – Organismus		
<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - lichtmikroskopisches Bild der Zelle, Zellkern, Zellzyklus, Mitosestadien - funktionsbezogene Zell- und Gewebedifferenzierung mit ökologischen oder evolutionsbiologischen Bezügen 	<ul style="list-style-type: none"> - medizinisch-technische Berufe - natürliche Werkstoffe z. B. Holz, Papier, Leder, Kork, Horn, Textilfasern (→ Ch, Ku) 	<ul style="list-style-type: none"> - Lichtmikroskop als optisches Instrument: Strahlengang, Auflösungsvermögen, Handhabung (→ Ph) - Anfertigen, Färben, Zeichnen und Auswerten von mikroskopischen Präparaten - Untersuchung von Mitosestadien - vergleichende Untersuchung verschiedener Gewebe und Organe <p><i>Verfahrenstechnik:</i> Lichtmikroskopie (→ Ph)</p>

Molekulare Grundlagen, Kompartimentierung, Transport

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Bau- und Inhaltsstoffen der Zelle - elektronenmikroskopisches Bild der Zelle: Kompartimentierung/ Zellorganellen - Bau und Funktion von Biomembranen - Diffusion, Osmose - Transportvorgänge an Membranen 	<ul style="list-style-type: none"> - Zusammensetzung und Wirkungsweise von Kosmetika (→ Ch) - Dialyse und Probleme des Patienten 	<ul style="list-style-type: none"> - Trennung und Nachweis von Biomolekülen (→ Ch) - Isolierung von Zellbestandteilen (→ Ph) - Modelle von Membranen und Transportvorgängen * - Versuche zu Osmose, Plasmolyse, zum Wasserhaushalt der Zelle (→ Ch, Ph) <p><i>Verfahrenstechniken:</i> Elektronenmikroskopie, Rasterelektronenmikroskopie, Dichtegradientenzentrifugation (→ Ph)</p>

Biokatalyse

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - molekularer Bau und Wirkungsweise von Enzymen - Abhängigkeit der Enzymaktivität von Umgebungsfaktoren - Regulation der Enzymaktivität 	<ul style="list-style-type: none"> - Enzyme in Alltagsprodukten z. B. in Waschmitteln, Kosmetika (→ Ch) - Enzyme in der Biotechnologie oder in der medizinischen Diagnostik (→ Ch) - Vitamine (→ Ch/EI) - Wirkungsweise von Arzneimitteln (→ Ch) 	<ul style="list-style-type: none"> - Experimente zur Beeinflussung der Enzymaktivität durch Säuregehalt, Temperatur, Substratkonzentration - Prinzip der Katalyse (→ Ch) - Modelle der Enzymwirkung und Enzymregulation * <p><i>Verfahrenstechnik:</i> <i>Photometrie</i> (→ Ph)</p>

▲ Betriebsstoffwechsel und Energieumsatz ▲

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - anaerober Abbau von Glucose, Gärung - Zellatmung - Stoffaufbau – Stoffumbau am Beispiel einer Stoffgruppe - Zusammenhang Atmung – Kreislauf – Bewegung - Aspekte der Gesundheitsvorsorge 	<ul style="list-style-type: none"> - Herstellung und kulturelle Bedeutung von Bier und Wein (→ Ch, El, Ge) - Gärprodukte von Bakterien: z. B. Sauermilchprodukte, Silofutter (→ Ch, El) - Verwendung von Mikroorganismen in der Abwasserreinigung und Bodensanierung (→ Ch, Ek) - aerobe und anaerobe Vorgänge bei der menschlichen Bewegungsbelastung (→ Sp) - arbeitsphysiologische Abhängigkeiten des Herz-Kreislaufsystems (→ Sp) 	<ul style="list-style-type: none"> - Experimente zu Dissimilation und Gärung am Modellorganismus Hefe - Erstellen von Bilanzen - Eigenexperimente zur Abhängigkeit von Atem- und Kreislaufgrößen <i>Verfahrenstechniken:</i> <i>Kalorimetrie</i> <i>Ergometrie (→ Ph, Ch)</i>

▲ Nutzung der Lichtenergie zum Stoffaufbau ▲

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Photosynthesefaktoren - Reaktionsorte und Ablauf der Photosynthese - Photosynthese und Primärproduktion - Zusammenhang Photosynthese – Standort 	<ul style="list-style-type: none"> - Bedeutung einzelner Kulturpflanzen für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt (→ Ek, El) - nachwachsende Rohstoffe für die Technik (→ Ch) - Nutzung von Mais als „Hochleistungspflanze“ 	<ul style="list-style-type: none"> - Experimente zur Abhängigkeit der Photosyntheserate von Außenfaktoren - Erstellen von Bilanzen - Trennung und Untersuchung der Blattpigmente (→ Ch) - Untersuchung von gleichen Pflanzenorganen/-geweben an verschiedenen Standorten <p><i>Verfahrenstechniken:</i> Chromatographie, Photometrie (→ Ph, Ch)</p>

Mögliche Themen für Schwerpunktvorhaben

- Sport – biologisch betrachtet
- Die Kartoffel – von der Pflanze zum Lebensmittel
- Herz – Motor des Kreislaufes
- Niere – Ausscheidungszentrum des Körpers
- Hefe – Helfer bei biotechnologischen Prozessen
- Holz – ein vielseitiger Rohstoff
- Wasser – eine entscheidende Lebensgrundlage
- Zucker – ein Nahrungs- oder Genussmittel
- Farbigkeit in der Pflanzenwelt

2.3.2 Inhalte, Methoden, Schwerpunktvorhaben der Jahrgangsstufen 12 und 13

Genetische und entwicklungsbiologische Grundlagen von Lebensprozessen

Voraussetzungen

In der Sekundarstufe I haben die Schülerinnen und Schüler Kenntnisse zum Thema „Klassische Genetik“ erworben, die je nach gewählter Schwerpunktsetzung mit unterschiedlichem fachlichem Tiefgang vermittelt wurden. Folgende Inhalte werden vorausgesetzt:

- MENDELsche Regeln: Uniformitäts- und Spaltungsregel
- Monohybrider Erbgang
- Phänotyp – Genotyp
- Chromosomen als Träger der Erbanlagen, Karyogramm des Menschen
- Genotypische Geschlechtsbestimmung und geschlechtschromosomale Vererbung
- Veränderungen des Erbgutes, Veränderung der Chromosomenzahl.

In der Jahrgangsstufe 11 wurde weiteres Wissen über „Zellkern und Mitose“ bereitgestellt.

Beschreibung der Bereiche

Während der Qualifikationsphase sollen die Schülerinnen und Schülern unter Einbezug der Kenntnisse über die Rolle des Zellkerns und der Chromosomentheorie der Vererbung einen Überblick über cytotogenetische Grundlagen erhalten. Es soll deutlich werden, wie Zellen mittels eines genetisch determinierten Programms ihre Funktion steuern, ihre Differenzierung organisieren und ihren Lebenszyklus ausprägen.

Der **Bereich I** rückt die molekulare Ebene in den Vordergrund. Die bisher erworbenen Kenntnisse über molekularbiologische Eigenschaften einer lebenden Zelle, wie Metabolismus auf der Basis von Enzymen, Abgrenzung von der Umgebung durch eine lipidhaltige Membran werden nun durch die Kenntnisse der Eigenschaften der Selbstreproduktion auf der Basis informationstragender Nukleinsäuren und informationsumsetzender Proteine sowie der Mutabilität auf der Basis der Nukleinsäuren erweitert. Den Schülerinnen und Schülern muss ebenfalls verdeutlicht werden, dass die Speicherung und Weitergabe genetischer Information eine Kontinuität der Lebewesen garantieren und dass molekulargenetische Prozesse die Grundlage für die Merkmalsausprägung des Individuums sind.

Der **Bereich II** wird durch den obligatorischen Einbezug von humanbiologischen Aspekten tragend. Grundzüge der Keimesentwicklung, deren Steuerung ebenso wie mögliche Störungen (z. B. die Entstehung, Vererbung und Folgen eines monogenen Gendefektes), werden auf der molekularen und der organismischen Ebene sowie ggf. auf der Populationsebene behandelt. Diese Basiskenntnisse haben insbesondere Bedeutung für den Grundkurs.

Weiterhin können Inhalte und Methoden der Genetik, der Entwicklungsphysiologie und der Molekularbiologie vielfältige Verknüpfungen zu Anwendungsbezügen aus der Pharmakologie, der Medizin, der Medizintechnik, der Zellkulturtechnik und der Pflanzenzucht herstellen. Außerdem ist die Gentechnik eine aktuelle Forschungsrichtung, die Methoden zur Untersuchung und Änderung des Erbmaterials auf molekularer Ebene bereitstellt. Die mit diesen Methoden hervorgerufenen Veränderungen am Erbgut von Lebewesen dürfen im Unterricht nicht losgelöst von alternativen Konzepten und ethischen Abwägungen von Machbarem und Verantwortlichkeit behandelt werden. Die Gentechnik eröffnet einerseits Möglichkeiten zur Veränderung des Erbmaterials mit dem Ziel, die Lebensgrundlagen des Menschen in Bezug auf Gesundheit, Ernährung und Umwelt zu verbessern, gleichzeitig müssen im Unterricht aber auch Risiken und Gefahren beim Umgang mit der Gentechnik, ihre missbräuchliche Anwendung und der Schutz von Mensch und Umwelt aufgezeigt werden. Durch die Anleitung zum Denken in Zusammenhängen ist eine verantwortliche Werthaltung gegenüber angewandter Genetik auf fachlicher und sachlicher Basis zu gewährleisten.

Im **Bereich III** wird die Fachmethodenkompetenz (z. B. entwicklungsphysiologische Experimente, mikrobiologische Experimente, biochemische und physikalische Untersuchungsmethoden...) erweitert. Außerdem sind das Erstellen von und der Umgang mit Schemata und Modellen (z. B. Jacob Monod Modell der Genregulation) ebenso verbindlich wie das Verdeutlichen des Weges der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung mit Hilfe entsprechender Fachmethoden (z. B. Aufklärung von Genwirkketten, Stammbaumanalyse).

Obligatorik

Obligatorisch sind alle Inhalte des Bereiches I der folgenden Themenfelder:

- **Fortpflanzung und Keimesentwicklung**
- **Molekulare Grundlagen der Vererbung und Entwicklungssteuerung**
- **Aspekte der Cytogenetik mit humanbiologischem Bezug**
- **Angewandte Genetik.**

Verpflichtend ist im Bereich II ein Anwendungsbeispiel. Im Leistungskurs ist neben **einem humanbiologischen Bezug** mindestens **ein weiteres Anwendungsbeispiel** zu behandeln.

Im Bereich III sind das **Verdeutlichen des Weges der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung mit Hilfe entsprechender Fachmethoden** sowie das **Erstellen von und der Umgang mit Schemata und Modellen** (jeweils an einem Beispiel) obligatorisch.

Jahrgangsstufe 12/13 (Qualifikationsphase): Genetische und entwicklungsbiologische Grundlagen von Lebensprozessen

Fortpflanzung und Keimesentwicklung		
<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Musterbildung und Gewebedifferenzierung als Prinzip der Ontogenese - Fortpflanzungsmedizin 	<ul style="list-style-type: none"> - Schwangerschaft (→ Pl, Re, Sw) - Einwirkung von Drogen und Medikamenten auf Entwicklungsvorgänge (→ Ew, Sw) - Problematik der Einflussnahme des Menschen auf Fortpflanzung und Entwicklung (→ Pl, Re, Sw) - Embryonenschutzgesetz (→ Pl, Re, Sw) 	<ul style="list-style-type: none"> - Beobachtung von Entwicklungsabläufen (→ Ew, Ps) - Entwicklungsphysiologische Experimente (→ Ew, Ps) <p><i>Verfahrenstechniken: Kerntransplantation, Klonierung, Zellkulturtechnik (Arbeiten unter keimfreien Bedingungen)</i></p>

Molekulare Grundlagen der Vererbung und Entwicklungssteuerung

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - DNA als Träger der Erbinformationen - Replikation - Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten, Genetischer Code - Mutagene, Mutationen, Genreparatur - Regulation der Genaktivität, Entwicklungssteuerung - molekularbiologische Identifizierungsmethoden 	<ul style="list-style-type: none"> - Phenylketonurie, Melaninsynthese (→EI, Ew) - Sichelzellenanämie (→ Ek) - Fehldifferenzierungen und ihre Auswirkungen (Krebs) 	<ul style="list-style-type: none"> - Isolierung von DNA aus tierischem oder pflanzlichem Gewebe (→ Ch) - Mikrobiologische Experimente: z. B. Experimente zur Auslösung von Mutationen durch UV-Licht bei E. coli - Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit mikrobiologischen Objekten (vgl. Richtlinien zur Sicherheit im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht an allgemein bildenden Schulen) - Erstellung und Umgang mit Schemata und Modellen <p><i>Verfahrenstechniken</i> <i>Elektrophorese (→ Ph)</i> PCR, Sequenzierung, Hybridisierung (→ Ch)</p>

Aspekte der Cytogenetik mit humanbiologischem Bezug

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Chromosomen - Meiose, crossing over, Rekombination - Stammbaumanalyse, Erbgänge - Karyogramm, Genkartierung 	<ul style="list-style-type: none"> - Down-Syndrom (→ Ew, Sw) - Leben mit Behinderungen (→ PI, Re, Sw) - Humangenetische Beratung - Pränatale Diagnostik und deren ethische Aspekte (→ PI, Re, Sw) 	<ul style="list-style-type: none"> - Mikroskopie von Zellteilungsstadien - Auswertung von Karyogrammen - Stammbaumanalyse

Angewandte Genetik

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Methoden der Pflanzen- und Tierzucht - Werkzeuge und Verfahrensschritte der Gentechnik - Darstellung kontroverser Positionen zur Gentechnologie 	<ul style="list-style-type: none"> - Ethische Verantwortung bei Fragen der Anwendung von gentechnischen Methoden (→ PI, Re, Sw) - Problemfelder der somatischen Gentherapie, Präimplantationsdiagnostik, Keimbahntherapie und deren jeweilige Verantwortbarkeit (→ PI, Re, Sw) - Arbeit und Sicherheit im Genlabor (→ Ch, Sw) - Synthese von Medikamenten (→ Ch) - Einsatz der Gentechnik in der Pflanzen- und Tierzucht sowie der Lebensmittelherstellung (→ EI, Ek, Sw) 	<ul style="list-style-type: none"> - Textanalyse (→ D, Fremdsp.) - Kooperation mit Experten und außerschulischen Lernorten - Auswertung und Präsentation von Informationen (→ D, Ku) <p><i>Verfahrenstechniken:</i> PCR, Sequenzierung, Genidentifizierung, Klonierung (→ Ch), statische Auswertungsverfahren (→ M) <i>Gendiagnostik</i></p>

Mögliche Themen für Schwerpunktvorhaben

- Down-Syndrom – Umgang mit Behinderung
- Diabetes mellitus – eine Krankheit wird zunehmend beherrschbar
- Ein monogener Gendefekt und seine Bedeutung für die Betroffenen z. B. Chorea Huntington, Mukoviszidose
- Phenylketonurie – ein Leben mit Einschränkungen
- Züchtungsmethoden im Wandel
- DNA-Reparatur – ein Selbstschutz der Zelle

Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung

Voraussetzungen

In der Sekundarstufe I haben die Schülerinnen und Schüler Kenntnisse zur Systematik, Morphologie, Anatomie, Physiologie, Fortpflanzung und zum Verhalten einzelner Tier- und Pflanzengruppen erworben. Weiterhin haben sie ökologische Beziehungen in Lebensgemeinschaften des Schulumfeldes untersucht und Einblicke in Naturschutz und Umweltfragen erhalten.

Folgende Inhalte werden vorausgesetzt:

- Struktur und abiotische Faktoren eines ausgewählten Biotoptyps
- Pflanzen, Tiere, Pilze und Bakterien als Teil einer Lebensgemeinschaft
- Funktionsglieder und Energieentwertung in der Nahrungskette
- Prinzip des Stoffkreislaufes in vereinfachter Form
- methodische Grundkenntnisse bei Freilanduntersuchungen
- Kenntnis verbreiteter und auffälliger einheimischer Arten.

In der Jahrgangsstufe 11 wurden cytologische Grundlagen mit ökologischen oder evolutionsbiologischen Bezügen und Wissen zum Betriebsstoffwechsel und Energieumsatz bereitgestellt. Das Themenfeld „Nutzung der Lichtenergie zum Stoffaufbau“ ist je nach gewählter Sequenz ebenfalls behandelt worden, oder durch Festlegung in der Fachkonferenz wird in das ökologische Thema integriert.

Beschreibung der Bereiche

Leitgedanke des **Bereiches I** ist, dass Leben nicht ausschließlich auf der Ebene isolierter Einzellebewesen betrachtet werden darf, sondern erst in komplexen Beziehungsgefügen auf den Organisationsebenen von Populationen und Ökosystemen erfassbar ist. Die Schülerinnen und Schüler sollen an konkreten Fallbeispielen die vielfältigen Abhängigkeiten von Organismen und Populationen von belebter und unbelebter Umwelt erkennen. Prinzipien von Stoffkreisläufen und Energieflüssen werden exemplarisch verdeutlicht und die Dynamik und Stabilität bei Populationen und Ökosystemen sowie deren Regulation werden analysiert.

Im **Bereich II** ist die Problematik, die der Mensch durch sein Eingreifen in Ökosysteme mit sich bringt, anzusprechen. Da er durch sein Nutzungsverhalten und seine Bevölkerungsentwicklung in fast allen Gebieten der Erde für eine starke Umweltbeeinträchtigung verantwortlich ist, muss die Vermittlung der ökologischen Basisinhalte mit angewandten ökologischen Aspekten verknüpft werden. Dabei soll deutlich herausgestellt werden, dass der Mensch mit seinen ökonomischen und gesellschaftlichen Ansprüchen in regionale und globale ökologische Abhängigkeiten und Gesetzmäßigkeiten eingebunden ist und deshalb eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen unabdingbar ist. Es soll an einem Beispiel vermittelt werden, dass sich der Mensch in diese Abhängigkeiten einfügen muss, damit die natürlichen Lebensgrundlagen der „Einen Welt“ auch für die folgenden Generationen erhalten bleiben.

Durch das Einbinden lokaler Umwelt- und Naturschutzprobleme sollen Konflikte zwischen Nutzungs- und Schutzansprüchen und die Notwendigkeit von Bewertungen praxisnah und schülerorientiert veranschaulicht sowie in politische Abwägungs- und Entscheidungsprozesse (z. B. bei der Landschaftsplanung und Flächennutzung) verdeutlicht werden. Um eine ganzheitliche Betrachtung zu ermöglichen, ist eine fachübergreifende Vorgehensweise gekoppelt mit einer handlungs- oder projektorientierten Unterrichtsform für einen Teilaspekt nahe liegend. Außerdem kann neben einer schulinternen fächerverbindenden Kooperation eine Zusammenarbeit mit Experten, Fachinstituten, der kommunalen Fachverwaltung und politischen Entscheidungsgremien bei Fragen der Naturschutz- und Landschaftsplanung, der Flächennutzung sowie regionaler Versorgungs- und Entsorgungskonzepte genutzt werden.

Die Beschäftigung mit ökologischen Beziehungen sowie mit Nutzungsauswirkungen lässt den **Bereich III** auf vielfältige Weise zur Geltung kommen. Die ökologischen Verkettungen, Vernetzungen und Bilanzen sowie deren zeitlich schwer abschätzbare Auswirkungen sind gut geeignet, komplexes Denken zu schulen. Außerdem sollen die jungen Menschen lernen, Konflikte aufzuzeigen, Lösungswege anzudenken und Lösungsstrategien abzuwägen sowie dazu angeregt werden, sich für Natur- und Umweltschutz einzusetzen.

Selbstständiges und praktisches Arbeiten der Schülerinnen und Schüler wird bei der Untersuchung einfacher Abhängigkeiten zwischen Standortfaktoren, Habitatstruktur und dem Vorkommen in den unterschiedlichen Ökosystemen einer Schulumgebung oder eines Exkursionszieles breiten Raum einnehmen. Studienfahrten bieten eine Gelegenheit für praktisches, fächerverbindendes ökologisches Arbeiten. Bei der Behandlung ökologischer Probleme (z. B. bei der unterschiedlichen Land- und Wasserbewirtschaftung) ist durch Kontakte zu den Nutzern sowie zu Fachinstituten ebenfalls eigenständiges Arbeiten möglich.

Bei der Datensammlung, Auswertung und Ableitung von Regeln spielt neben eigenen Erhebungen die Auswertung von Ergebnissen wissenschaftlicher Untersuchungen eine wichtige Rolle.

Obligatorik

Obligatorisch sind alle Inhalte des Bereiches I der folgenden Themenfelder:

- **Umweltfaktoren, ökologische Nische – Untersuchungen in einem Lebensraum**
- **Wechselbeziehungen, Populationsdynamik**
- **Verflechtungen in Lebensgemeinschaften**
- **Nachhaltige Nutzung und Erhalt von Ökosystemen durch den Menschen.**

Eines der beiden mit „□“ gekennzeichneten Beispiele ist obligatorisch.

Kenntnis verbreiteter einheimischer Arten

Aus zeitökonomischen Gründen kann es sinnvoll sein, die Beispiele zur Nutzung und zum Erhalt von Ökosystemen durch den Menschen mit der Untersuchung eines Lebensraumes zu verknüpfen.

Im Bereich II ist ein Anwendungsbeispiel im Grundkurs verpflichtend. Im Leistungskurs ist neben einem Beispiel **zur Problematik des Eingreifens des Menschen in Ökosysteme ein weiterer Anwendungsbezug** obligatorisch.

Im Bereich III sind obligatorisch:

- **die ausgewiesenen Fachmethoden bei der Untersuchung eines Lebensraumes**
- **die Ableitung einer ökologischen Regel aus konkreten Untersuchungsdaten an einem der mit „*“ gekennzeichneten Beispiele**
- **und die Vermittlung ökologischer Kompetenzen im Zusammenhang mit dem Aufzeigen von Konflikten und dem Abwägen von Lösungsstrategien in Natur- und Umweltschutz.**

Jahrgangsstufe 12/13 (Qualifikationsphase): Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung

Umweltfaktoren, ökologische Nische – Untersuchungen in einem Lebensraum

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Erfassung ausgewählter abiotischer Faktoren und Organismengruppen - Einfache Beziehungen zwischen Organismengruppen und abiotischen Habitatfaktoren 	<ul style="list-style-type: none"> - Gewässergütebestimmung, Forsteinrichtungswerke - Bewertung von Landschaftsräumen in der Landschaftsplanung (→ Ek) - Stadtbiotopkartierung (→ Ek) 	<ul style="list-style-type: none"> - Messen und Darstellen von abiotischen Faktoren an verschiedenen Standorten - Bestimmen und quantitative Erfassung von Organismengruppen - Methoden der Kartierung (→ Ek) - Zusammenfassende Auswertung und Fehlerabschätzung - Vergleich mit Daten und Ergebnissen von wissenschaftlichen Untersuchungen - Experimente z. B. mit Licht und Temperaturorgel, Feuchtekammern, Strömungsrinne - Arbeit mit Zeigerwerten - Experimente zur Verfügbarkeit von Ionen, z. B. Bodenuntersuchungen, Gewässeruntersuchung, Düngeexperimente (→ Ch) - Ableitung von ökologischen Regeln aus Untersuchungsdaten/Fachliteratur*
<ul style="list-style-type: none"> - Toleranzbereich, physiologisches und ökologisches Optimum - Verfügbarkeit und Nutzung von Ressourcen, z. B. Mineralien, Wasser ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Einsatz von Bioindikatororganismen z. B. für die Bestimmung der Luft- und Gewässergüte im Umweltschutz und in der Industrie (→ Ch) - Auswirkungen des sauren Regens (→ Ch) 	
<ul style="list-style-type: none"> - Ökologische Nische, Nischendifferenzierung 	<ul style="list-style-type: none"> - Landwirtschaft und Düngung 	

Wechselbeziehungen, Populationsdynamik

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Beziehungen innerhalb einer Population, intrapopuläre Konkurrenz - Beziehungen zwischen Populationen z. B. Räuber-Beute-Beziehung, Parasitismus, interspezifische Konkurrenz, Mutualismus - Veränderung und Regulation der Populationsdichte 	<ul style="list-style-type: none"> - Sozialer Stress - Monokulturen und Schädlingsbekämpfung (→ Ek) - Einbürgerung von Pflanzen und Tieren - Entwicklung der Weltbevölkerung (→ Ek, Ew, Re, Sw) - Massenvermehrungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Untersuchungen an lebenden Objekten im Freiland, z. B. Pflanzengallen, Pilze als Parasiten und Symbionten - Auswertung von Daten zu Forstschädlingen - statistische Auswertung von Daten (→ M) - Modellbildung durch Computersimulation (→ If) - Ableitung von ökologischen Regeln aus konkreten Untersuchungsdaten/Fachliteratur *

Verflechtungen in Lebensgemeinschaften

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Biomasseproduktion, Trophieebenen, Energiefluss - Biogeochemischer Kreislauf an einem Beispiel - Dynamik und Stabilität von Ökosystemen, z. B. Sukzession 	<ul style="list-style-type: none"> - Welternährung und landwirtschaftliche Produktion (→ Ek, Sw, El) - nachwachsende Rohstoffe (→ Ch, Ek) - Bedeutung bakterieller Stoffwechselaktivitäten - Stoffkreislauf in Natur- und Umwelt (→ Ch) 	<ul style="list-style-type: none"> - Untersuchungen zum Laubabbau und Humusaufbau - Erstellen von Bilanzen - Bodenuntersuchung

Nachhaltige Nutzung und Erhaltung von Ökosystemen

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeinen Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - nachhaltige Bewirtschaftung an einem Beispiel □ - Umwelt- und Naturschutz vor Ort an einem Beispiel □ 	<ul style="list-style-type: none"> - naturnaher Waldbau, integrierter Landbau, alternativer Landbau (→ Ek, EI) - Recht auf Leben (→ PI, Re) - Erhaltung von natürlichen Lebensgrundlagen und Lebensqualität (→ Ek, PI, Re, Sw) 	<ul style="list-style-type: none"> - Informationsbeschaffung z. B. von Land- und Forstwirten - Kooperation mit Fachverwaltungen, politischen Entscheidungsgremien, Naturschutzverbänden, Bürgerinitiativen - Einschätzen von Bilanzen und Prognosen - Kennen lernen von und Umgang mit rechtlichen Grundlagen und Formen der Mitwirkung (→ Sw) - Erkennen von Konflikten zwischen Nutzungs- und Schutzansprüchen - Abwägen von Lösungsstrategien

Mögliche Themen für Schwerpunktvorhaben

- Die Brennessel – Ärgernis und Lebensraum
- Die Eiche – Lebensraum, Wirtschaftsfaktor, Symbol
- Nachwachsende Rohstoffe – Lösungen für Umweltprobleme
- Naturnaher Waldbau – Investition für die Zukunft
- Tropenholz – nachhaltiges Wirtschaften
- Brachland – Konflikte zwischen Nutzung und Naturschutz
- Der Stadtteich – Lebensraum und Freizeitbereich

Evolution der Vielfalt des Lebens in Struktur und Verhalten

Voraussetzungen

In der Sekundarstufe I werden erste evolutionsbiologische Aspekte vermittelt und somit eine vertiefende Betrachtungsweise biologischer Zusammenhänge angebahnt.

Folgende Inhalte der Stammesentwicklung der Wirbeltiere und des Menschen werden vorausgesetzt:

- Anpassungen beim Übergang vom Wasser- zum Landleben
- Systematische Entwicklungslinie Fische/Amphibien/Reptilien/Vögel/Säugetiere
- Einordnung des Menschen in das natürliche System
- Artenkenntnis von Wirbeltieren unter dem Aspekt des Angepasstseins und der Verwandtschaftsbeziehungen.

In der gymnasialen Oberstufe werden unter dem Thema „Evolution der Vielfalt des Lebens in Struktur und Verhalten“ verschiedene Inhalte vorangegangener Themen aufgegriffen, neu kombiniert und in eine erdgeschichtliche Zeitdimension gestellt.

Die Jahrgangsstufe 11 bezieht ggf. durch die vergleichende Gegenüberstellung von Pro- und Eukaryonten sowie von Ein- und Vielzellern erste evolutionsbiologische Betrachtungen mit ein.

In der Qualifikationsphase werden beim Thema „Genetische und entwicklungsbiologische Grundlagen von Lebensprozessen“ genotypische Variabilität, Mutation und Rekombination erarbeitet. Sie sind Grundlage evolutiver Veränderungen.

Im Rahmen des Themas „Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung“ werden Beziehungen von Populationen zu abiotischen und biotischen Umweltfaktoren, ökologische Nische einer Population sowie die Populationsdynamik als Grundlage für Selektion und Artbildung behandelt.

Da die evolutiven Prozesse auf diesen Grundlagen aufbauen, sollte das Thema „Evolution der Vielfalt des Lebens in Struktur und Verhalten“ erst in der zweiten Hälfte der Qualifikationsphase unterrichtet werden.

Beschreibung der Bereiche

Im **Bereich I** sind Fragen der kausalen Evolution in zwei Themenfeldern Gegenstand des Unterrichtes: Zum einen der Komplex Selektion-Fitness-Anpassung, zum anderen die Artbildung. Da das Verhalten eines Lebewesens entscheidend dessen Fortpflanzungserfolg und damit seine Überlebenschancen im natürlichen Selektionsprozess einer Population beeinflusst, sind hier auch verhaltensökologische Phänomene zu integrieren: Durch Kosten-Nutzen-Betrachtungen lässt sich aufzeigen, wovon der Lebensfortpflanzungserfolg unter den ökologischen Bedingungen, denen ein Individuum ausgesetzt ist, abhängig ist und welchen Aufwand es hierzu einbringt. Diese Betrachtungsweisen erweitern die Evolutionsbiologie um eine individuelle Ebene und stellen die Bedeutung der Individualfitness in den Mittelpunkt.

Hinweise auf ein Evolutionsgeschehen lassen sich durch Homologieschlüsse aus verschiedenen biologischen Teildisziplinen und an Beispielen unterschiedlicher Organisationsformen von Leben gewinnen. Einzelbeobachtungen können nach Homologiekriterien geordnet in Form von Progressionsreihen und Stammbäumen die Dynamik der biologischen Vielfalt verdeutlichen. Dabei ist die Einbeziehung paläontologischer Grundlagen sinnvoll.

Evolutionshinweise sowie Selektions- und Anpassungsvorgänge sind Grundlagen für die vergleichende Betrachtung von Erklärungsmodellen für Evolution.

Als weiteres Themenfeld wird als Beispiel für eine transspezifische Evolution die Entwicklungsgeschichte des Menschen behandelt. Somit wird auch beim Thema Evolution der humanbiologische Bezug berücksichtigt.

Das Thema Evolution bietet im **Bereich II** die Möglichkeit über einen fachimmanenten Unterricht hinaus fachübergreifende bzw. fächerverbindende ethische, religiöse sowie gesellschaftspolitische Bezüge anzusprechen. Sie erfassen die Einmaligkeit, die Vielfalt und die Veränderbarkeit des Lebens in seiner Komplexität.

Innerhalb der Evolutionstheorie nimmt der Mensch eine den anderen Organismen vergleichbare Stellung ein. Somit ist er, seine Fähigkeit Kultur zu schaffen eingeschlossen, den Mechanismen der Evolution unterworfen. Die Evolution hat den Menschen mit Fähigkeiten ausgestattet, in den natürlichen Ablauf von Leben verändernd eingreifen können. Daher ist es wichtig, den Schülerinnen und Schülern den Blick zu öffnen für ein Selbst- und Weltbild, das den Menschen als Teil der Natur versteht. Die spezifisch menschliche Fähigkeit planvoll handeln zu können, verpflichtet zur Achtung und Bewahrung der Artenvielfalt. Die technisch machbaren Eingriffe in die Selektionsmechanismen, beispielsweise durch Veränderung der biotischen und abiotischen Umweltfaktoren oder mittels Beeinflussung des Erbgutes und der Fortpflanzung, sind verantwortungsvoll abzuwägen. Die biologischen Erkenntnisse in der Soziobiologie, die Definition des Rassen- und Artbegriffs und die Methoden zur Messung der genetischen und molekularbiologischen Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Organismen können die Forderung nach Gleichberechtigung aller Lebewesen unterstützen.

Im **Bereich III** stehen die Hypothesen- und Theoriebildung im Vordergrund des methodischen Vorgehens. Dabei sollen sich die Schülerinnen und Schüler in dem langen erkenntnistheoretischen Weg vom Beschreiben, Vergleichen, Ordnen und Klassifizieren der Vielfalt der Einzelbeobachtungen über das Formulieren von Hypothesen bis hin zum Aufstellen eines Gedankenmodells und dem Nachvollzug der synthetischen Evolutionstheorie erfahren. Hierzu ist erforderlich, Wissen aus bereits behandelten Themenabschnitten zu aktivieren, neu zu bündeln und in den evolutionsbiologischen Zusammenhang zu stellen. Dabei bildet die Analyse von konkreten Fallbeispielen aus der Fachliteratur eine wichtige Grundlage.

Bei den Fragen nach der Entstehung, Entwicklung und der Zukunft des Lebens können den Schülerinnen und Schülern in besonderer Weise die Grenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnismethoden aufgezeigt werden. Ebenso erscheint es notwendig, die Schülerinnen und Schüler in einer kritischen Bewertung von Modell- und Theoriebildung auszubilden und die Urteilsfähigkeit zu schulen. Dabei

fordert die Evolutionsbiologie geradezu einen wissenschaftspropädeutischen Unterricht heraus.

Praktische Untersuchungen sind bei Homologievergleichen sowie bei verhaltensökologischen Fragestellungen möglich. Ein paläontologisch ausgerichtetes Museum kann als außerschulischer Lernort eine mögliche unterrichtliche Erweiterung sein.

Obligatorik

Obligatorisch sind alle Inhalte des Bereichs I der folgenden Themenfelder:

- **Grundlagen evolutiver Veränderung**
- **Verhalten, Fitness und Anpassung**
- **Art und Artbildung**
- **Evolutionshinweise und Evolutionstheorie**
- **Transspezifische Evolution der Primaten.**

Im Bereich II ist im Grundkurs ein **Beispiel mit verhaltensökologischem Schwerpunkt** obligatorisch. Im Leistungskurs sollte darüber hinaus ein **weiteres Anwendungsbeispiel** tiefergehend behandelt werden.

Im Bereich III sind obligatorisch:

- **Erstellen eines Ethogramms an einem Beispiel**
- **Ordnen und Vergleichen von biologischer Vielfalt mittels Homologiekriterien**
- **Vergleichen und Beurteilen unterschiedlicher Analysemethoden**
- **Fallanalyse eines Evolutionsgeschehens**
- **Theoriebildung auf der Basis von Einzelphänomenen und Hypothesen.**

Jahrgangsstufe 12/13 (Qualifikationsphase): Evolution der Vielfalt des Lebens in Struktur und Verhalten

Grundlagen evolutiver Veränderung		
<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - genotypische Variabilität von Populationen, Mutationen, Rekombination - phänotypische Variationen innerhalb und zwischen Populationen - Selektion und Anpassungsprozesse 	<ul style="list-style-type: none"> - Züchtung und Bedeutung von Kulturpflanzen, Nutz- und Haustieren (→ Ek, EI) - Sozialdarwinismus (→ Ge, Sw) 	<ul style="list-style-type: none"> - populationsgenetische Modellberechnungen (→ M) - Beschreiben, klassifizieren von Phänotypen und Darstellung ihrer Häufigkeiten - Simulation von Selektionsprozessen (→ If)

Verhalten, Fitness und Anpassung

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Kosten-Nutzen-Prinzip bei Konkurrenz um Ressourcen - Fortpflanzungsstrategien - Partnerwahl, Paarungssysteme - Evolution von Signalen - Sozialsysteme - Koevolution 	<ul style="list-style-type: none"> - Altruismus, (→ Ew, Pl, Re) - Aggression (→ Ew, Ge, Sw) - Imponierverhalten und Rituale (→ Ew, Ku, Sw) - Partnerschaft und Eheformen (→ Ew, Ge, Re, Sw) - Strategien der Familienplanung (→ Ek, Ew, Re, Sw) - Staatenbildung, pol. Systeme (→ Ge, Sw) - Variabilität von Krankheitserregern und Resistenzen 	<ul style="list-style-type: none"> - Verhaltensbeobachtungen und Erstellen eines Ethogramms z. B. zum Blütenbesuch von Insekten, zum Primatenverhalten im Zoo, an Mäusen im Labor - Filmanalyse - Quantitative Erfassung von Verhaltensbeobachtungen - Auswertung von Ergebnissen aus Originaluntersuchungen (Fachliteratur) - Simulationsspiele zu Lebenslaufstrategien und Kampfstrategien - Modellbildung durch Computersimulation

Art und Artbildung

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Separation, Rassenbildung, Isolationsmechanismen - adaptive Radiation 	<ul style="list-style-type: none"> - Rassen des Menschen-Verständnis für einander (→ Re, Sw) 	<ul style="list-style-type: none"> - Auswertung und Vergleich von Sonogrammen - Fallanalyse für Evolutionsgeschehen unter Zusammenschau verschiedener Methoden und Verfahrenstechniken z. B. anhand geografischer Grundlagen zur Separation (→ Ek)

Evolutionshinweise und Evolutionstheorie

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - rezente Hinweise aus Morphologie, Anatomie, Biochemie, Physiologie - paläontologische Hinweise - Systematik und phylogenetischer Stammbaum an einem Beispiel, Ableitung von Progressionsreihen - Erklärungsmodelle für Evolution 	<ul style="list-style-type: none"> - Paläonthropologie (→ Ek, Ph, Sw) - angewandte Geologie (→ Ek) - Schöpfungsglaube und Evolutionstheorie (→ Re) - historische Naturbilder und aktuelle Natursichten und -philosophien (→ D, Ge, Ku, Pl) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ordnen und Vergleichen von biologischer Vielfalt mittels Homologiekriterien - Datierungsmethoden und zeitliche Zuordnung von Fossilien (→ Ch, Ek) - Hypothesenbildung über Verwandtschaftsbeziehungen - Vergleich und Beurteilung der Ergebnisse unterschiedlicher Analysemethoden - Analyse und Vergleich historischer Texte (→ D, Fremdsprachen) - Vergleich von Erklärungsmodellen für Evolution - Theoriebildung auf der Basis von Einzelphänomenen und Hypothesen <p style="margin-top: 10px;"><i>Verfahrenstechnik:</i> <i>Datierung mittels radioaktiver Isotope</i> (→ Ch, Ph)</p>

Transspezifische Evolution der Primaten

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - fossile und rezente Hinweise zur Evolution des Menschen - phylogenetische Stellung der Hominiden - kulturelle Evolution 	<ul style="list-style-type: none"> - Entstehung von Sprache, Kunst, Religion, Ethik und Moral in der Evolution des Menschen (→ D, Ge, Ku, Pl, Re, Sw) - Einsicht und Begreifen - prähistorische Kulturen (→ Ek, Ge, Ku) - der moderne Mensch im Zwiespalt zwischen Evolution und technischem Können (→ D, Re, Sw) 	<ul style="list-style-type: none"> - Erstellen eines Stammbaumes auf Grund von Einzelfunden und dessen Problematik - vergleichende Beobachtung des Verhaltens von Pongiden und Menschen - Analyse früher Kulturen und ursprünglicher Menschengruppen (→ Ek, Ew, Ge)

Mögliche Themen für Schwerpunktvorhaben

- Einsicht und Begreifen
- Ein Steinbruch – Zeuge der Vergangenheit
- Wettlauf zwischen „Fressen und Gefressenwerden“
- Gegenseitiger Nutzen von Pflanzen und Tieren
- Vögel – Nachfahren der Saurier
- Trends in der Primatenevolution

Steuerungs- und Regulationsmechanismen im Organismus an Wahlbeispielen

Voraussetzungen

In der Sekundarstufe I haben die Schülerinnen und Schüler Kenntnisse zum Leitthema „Steuerung und Regulation“ erworben, die je nach gewählter Schwerpunktsetzung mit unterschiedlichem fachlichem Tiefgang vermittelt wurden. Folgende Inhalte werden vorausgesetzt:

- Grundprinzip des Aufbaus und der Funktion der Nervenzelle
- Gliederung des Nervensystems
- Biologische Regelkreise an einem Beispiel
- Hormonale Steuerung am Beispiel der Empfängnisregelung

Beschreibung der Bereiche

Phänomene der Steuerung und Regulation können in der gymnasialen Oberstufe an unterschiedlichen Inhalten des **Bereiches I** erarbeitet werden. Die Auswirkungen dieser Vorgänge auf den Organismus, auch in Bezug auf dessen Wechselwirkung mit der Umgebung, sind ein weiterer Aspekt des Unterrichtes. Durch den Einbezug molekularer Ursachen wird die stoffliche Grundlage des Lebens mit in den Blick genommen.

Ergebnis der Reizverarbeitung sind Reaktionen und Verhaltensmechanismen. Die Verhaltensbiologie versucht das gesamte Verhaltensrepertoire eines Lebewesens zu erfassen und zu analysieren. Im Organismus erfolgt interzelluläre Kommunikation auf zwei unterschiedlichen Wegen, einmal über Hormone zum anderen über Nervenzellen. Homöostase, d. h. die Aufrechterhaltung des physiologischen Gleichgewichtes ist für den Organismus lebenswichtig. Jede homöostatische Regelung enthält funktionelle Glieder, die koordiniert den Organismus erhalten. Das Zusammenwirken unterschiedlicher Elemente kann an Inhalten z. B. aus dem Bereich der Endokrinologie, des Immunsystems und der Entwicklungsphysiologie bearbeitet werden. Auf der Ebene der Population werden ebenfalls Regulationsphänomene deutlich und ihre Analyse führt zu einem Verstehen von Zusammenhängen.

In der folgenden Aufstellung sind mögliche **Wahlbeispiele** aufgeführt an denen das Leitthema „Steuerungs- und Regulationsmechanismen im Organismus“ erarbeitet werden kann:

- Neuronale Informationsverarbeitung, Sinne und Wahrnehmung
- Verhaltensmechanismen und ihre Ursachen
- Hormone: Struktur und Wirkungsweise
- Bewegung: molekularer Mechanismus, Energetik und Koordination
- Immunsystem: Komponenten und Wirkungsweisen
- (weitere selbstgewählte Beispiele).

Nachdem die Fachkonferenz festgelegt hat, in welchem Halbjahr der Qualifikationsphase das Leitthema „Steuerung- und Regulationsmechanismen im Organis-

mus“ unterrichtet werden soll, wählt die Fachlehrerin oder der Fachlehrer eines dieser Wahlbeispiele zur Bearbeitung aus oder konzipiert einen eigenen Wahlinhalt unter Berücksichtigung der folgenden beiden Kriterien:

- Allen Wahlbeispielen ist gemeinsam, dass molekulare und cytologische Grundlagen bzw. Ursachen der Steuerungs- und Regulationsvorgänge behandelt werden (z. B. Transmitter, Induktionsstoffe, Hormone, Pheromone, Interferone)
- Aspekte der Neurobiologie lassen sich in allen Wahlthemen behandeln, da neuronale Informationsverarbeitung eine Grundlage für komplexe Integrationsleistungen bei Tieren und Menschen bilden.

Die Wahlmöglichkeiten im Bereich I ermöglichen die Berücksichtigung neuer Entwicklungen der Fachwissenschaft.

Im **Bereich II** lassen sich vielfältige Kontexte herstellen. Es wird deutlich, dass eine Vielzahl komplexer Regulationssysteme in einem Organismus ineinander greifen und die Kommunikation der Zellen und Organe untereinander sowie mit der äußeren Umgebung bestimmen. Die Einblicke in diese Regulationssysteme ermöglichen ein vertiefendes Verständnis des eigenen Körpers und seiner Funktion und bieten Erklärungsmuster für Verhaltensweisen.

Mit der Beeinflussung der Regulationssysteme befasst sich unter anderem die Medizin. Die Wirkungsweise von Drogen und Medikamenten und die Funktion von medizinischen Geräten können exemplarisch erklärt werden.

Im **Bereich III** können Experimente durchgeführt werden, für die charakteristisch ist, dass sie Ursache-Wirkungs-Bezüge aufzeigen können. Makroskopische Beobachtungen lassen Rückschlüsse auf molekulare Mechanismen zu.

Weiterhin können in anderen Themen erarbeitete einfache Modellvorstellungen (z. B. Biomembranmodell) zu komplexen Erklärungsansätzen (z. B. Rezeptormechanismus bei Immunreaktionen) erweitert werden. Besonders charakteristisch im Rahmen des Themas sind Modellbetrachtungen aus Kybernetik oder Informatik.

Zur Erklärung komplexer Verhaltensweisen bieten auch ganzheitliche Zugangsweisen beispielsweise der Psychologie gute Erklärungsmuster.

Durch die Gegenüberstellung verschiedener Regulationssysteme des Körpers lassen sich übergeordnete gemeinsame Elemente herausstellen. Die Verdeutlichung dieser gemeinsamen Elemente hilft Prinzipien zu erkennen, die auf unterschiedliche Weise umgesetzt werden. Die Analyse dieser gemeinsamen Elemente schult das Denken in Systemen und das Entwickeln von Kategorien.

Obligatorik

Obligatorisch ist, unter diesen Aspekten etwa im Umfang eines Kurshalbjahres **eines oder maximal zwei der folgenden bzw. ein selbstgewähltes Wahlbeispiel** zu behandeln:

Im Bereich I ist der Einbezug von **molekularen und cytologischen Grundlagen** und **Aspekten der neuronalen Informationsverarbeitung** verpflichtend.

Im Bereich II ist es im Grundkurs verpflichtend, mindestens **ein Anwendungsbeispiel** vertiefend zu behandeln.

Im Bereich III sind verbindlich:

- **der Einbezug von Modellbetrachtungen**
- **die Schulung des Denkens in Systemen**

Ungültig

44 **Jahrgangsstufe 12/13 (Qualifikationsphase): Steuerungs- und Regulationsmechanismen im Organismus – Wahlbeispiel Neuronale Informationsverarbeitung, Sinne und Wahrnehmung**

Molekulare und cytologische Grundlagen

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Bau und Funktion des Neurons - Erregungsentstehung und Erregungsleitung - synaptische Verschaltung - Wirkungsmechanismen von Drogen und Arzneimitteln 	<ul style="list-style-type: none"> - Therapie mit β-Blockern (\rightarrow Ch) - Vergiftungserscheinungen - Sucht- und Drogenprophylaxe (\rightarrow Sw, Re) 	<ul style="list-style-type: none"> - Modellexperimente zum Diffusionspotential - Simulation von neuronalen Vorgängen anhand von Modellen oder mit Hilfe von Computern <p><i>Verfahrenstechnik: Ableitung von Potentialdifferenzen</i></p>

Neuronale Verschaltungen und Sinne

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Reflexe, motorische Koordination - Bau und Funktion eines Sinnesorgans - Verarbeitung von Sinnesreizen im Nervensystem 	<ul style="list-style-type: none"> - Reflexkontrolle bei Neugeborenen und Kleinkindern (\rightarrow Ew) 	<ul style="list-style-type: none"> - Selbstversuche - Morphologische und histologische Untersuchungen - physiologische Experimente zum jeweiligen Sinnesorgan

Wahrnehmung, Gedächtnis, Bewusstsein

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Bau des ZNS - Funktion der Gehirnbereiche - Wahrnehmung und Bewusstsein - Gedächtnis und Lernen 	<ul style="list-style-type: none"> - Automatismen - optische Täuschungen, Hirntrauma (→ Ku) - Schlaf und Traum (→ As) - Veränderung der Persönlichkeit (→ Ps) - Wirkung von Drogen (→ Ch, Sw) - Spracherlernen, Sprachausfall - Lernstrategien: Lernen lernen (→ Ew) 	<ul style="list-style-type: none"> - Morphologische und histologische Untersuchungen - Selbstversuche zum Lernverhalten <p><i>Verfahrenstechnik: EEG</i></p>

Mögliche Themen für Schwerpunktvorhaben

- Pharmaka – Nutzen und Risiken
- Designerdrogen – Genuß mit Spätfolgen
- Denken, Lernen und Vergessen
- Strategien der Werbung

46 **Jahrgangsstufe 12/13 (Qualifikationsphase): Steuerungs- und Regulationsmechanismen im Organismus – Wahlbeispiel Bewegung (molekularer Mechanismus, Energetik und Koordination)**

Molekulare und cytologische Grundlagen

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Bau und Funktion der Muskelzelle - molekularer Mechanismus der Muskelkontraktion und dessen Steuerung - Bedeutung des ATP 	<ul style="list-style-type: none"> - Muskelerkrankungen - Therapie mit Calcium-Antagonisten (→ Ch) - Trainingseffekte, Bodybuilding (→ Sp) 	<ul style="list-style-type: none"> - Mikroskopie verschiedener Muskeltypen - Auswertung von LM- und EM-Bildern - Modell des Querbrückenzyklus - Erstellen von Bilanzen, Wirkungsgrad <p><i>Verfahrenstechniken: Ultrazentrifugation, Isolation von Proteinen</i></p>

Koordination von Nervensystem und Effektor

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Bau und Funktion des Neurons - Neuronale Verschaltung - Bewegungssteuerung z. B. Reflexe, Muskeltonus, Bewegungskoordination, Taxis - Gehirnareale und Verhalten 	<ul style="list-style-type: none"> - Psychopharmaka, Endorphine - Reflexkontrolle z. B. bei Neugeborenen - Einfache Lernformen 	<ul style="list-style-type: none"> - Erstellen von kybernetischen Modellen zu Regulationsabläufen - Messen der Reaktionsgeschwindigkeit

Zusammenspiel von Nervensystem, Muskelsystem und Stoffwechsel

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Auslösen einer Muskelkontraktion - Regulation der Energiebereitstellung - Hormone und deren Auswirkungen auf Grundumsatz und Leistungsumsatz 	<ul style="list-style-type: none"> - Herzschrittmacher - Medizintechnik (→ Tc) - Gesundheit durch Bewegung und Ernährung (EI, Sp) 	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse von Ergebnissen elektrophysiologischer Untersuchungen - Messen des Grundumsatzes und des Leistungsumsatzes <p><i>Verfahrenstechniken: EKG / EEG</i></p>

Mögliche Themen für Schwerpunktvorhaben

- Herz – Motor des Kreislaufes
- Muskellkoordination und Körperbeherrschung
- Biomechanik

48 **Jahrgangsstufe 12/13 (Qualifikationsphase): Steuerungs- und Regulationsmechanismen im Organismus – Wahlbeispiel Hormone (Struktur- und Wirkungsweise)**

Molekulare und cytologische Grundlagen

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Bildungsort und Wirkungsort der Hormone - molekulare Grundlagen des Informationsaustausches 	<ul style="list-style-type: none"> - Industrielle Gewinnung von Hormonen (→ Ch, Tc) - Einsatz von Hormonen in der Pflanzenzucht, Tierzucht, Gentechnik und Nahrungsmittelproduktion (→ EI) - Therapie mit β-Blockern (→ Ch) 	<ul style="list-style-type: none"> - Experimente mit Phytohormonen - Experimente zur Insektenentwicklung <p><i>Verfahrenstechnik: Nachweis von Hormonen</i></p>

Regulation im Organismus

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Regulationssysteme im Organismus - Kopplung von Nervensystem und Endokrinium - Zusammenspiel von Hormonsystemen 	<ul style="list-style-type: none"> - Formen und Folgen von Diabetes mellitus - Ursachen und Folgen von Stress (→ Ps) - Anwendung von Hormonen in der Fortpflanzungs- und Sportmedizin (→ Sp) 	<ul style="list-style-type: none"> - Erstellen von kybernetischen Modellen zu Regulationsabläufen

Hormone und Verhalten

<i>Fachinhalte</i>	<i>Lernen im Kontext Mögliche Anwendungsbezüge</i>	<i>Umgang mit Fachmethoden Allgemeine Kompetenzen</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Hormone und deren Auswirkung auf Verhaltensmechanismen - Pheromone - Hormone und deren Auswirkungen auf die Psyche 	<ul style="list-style-type: none"> - Aggression (→ Ew, Ps, Sw) - Schädlingsbekämpfung in Land- und Forstwirtschaft (→ Ek) - Veränderung der Persönlichkeit (→Ps) - Wirkung von Drogen (→Ch, Sw) - Stress, Entspannung, Aspekte der Gesundheitserziehung (→ Sp) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ethogramme - Analyse von Experimenten zum Verhalten von Mensch und Tier

Mögliche Themen für Schwerpunktvorhaben

- Hormone steuern die Entwicklung
- Diabetes mellitus – eine Krankheit wird zunehmend beherrschbar
- Moleküle beeinflussen die Psyche
- Geheimnisse der Partnerwahl

2.3.3 Beispiele für Schwerpunktvorhaben

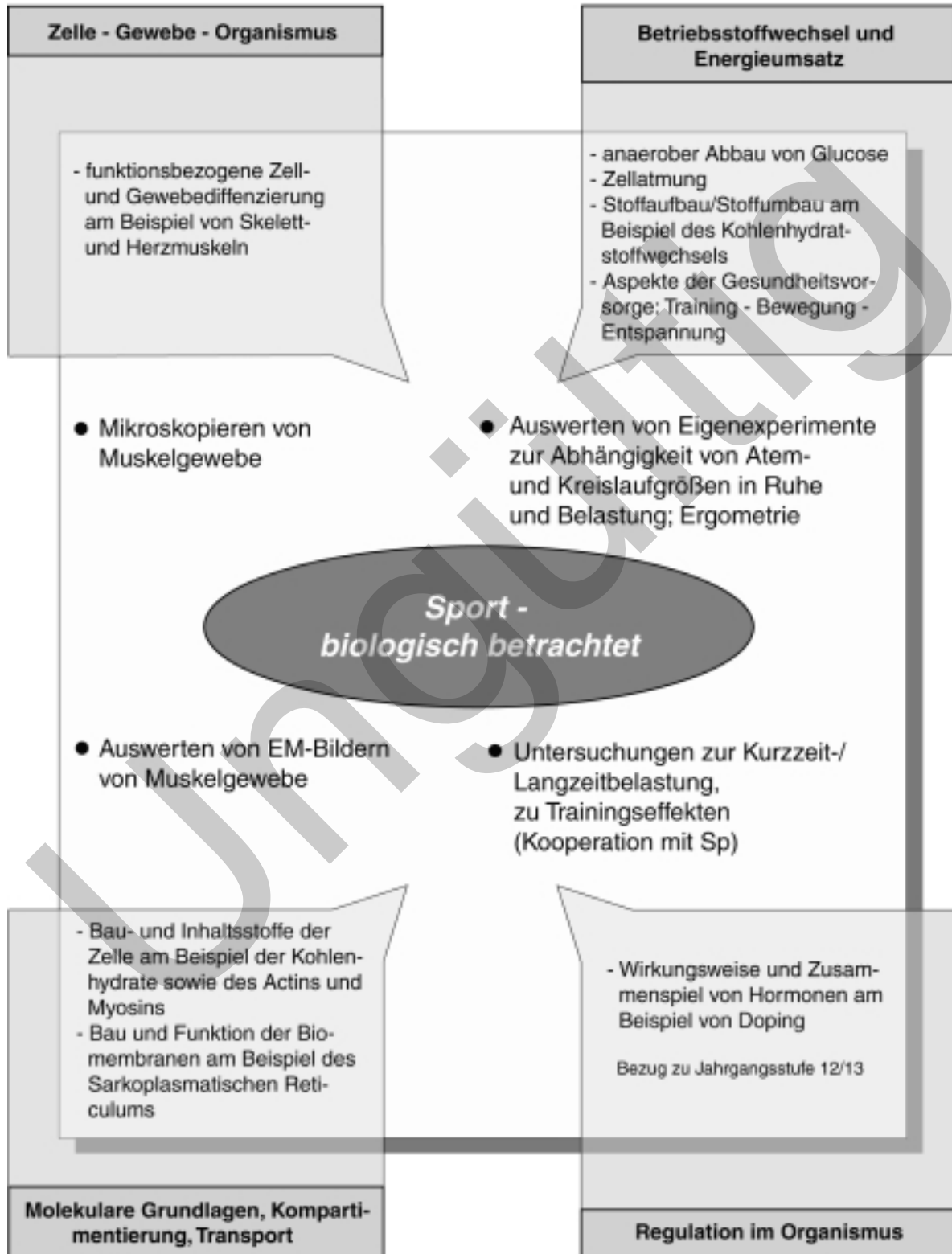
Im Folgenden wird für die verschiedenen Leitthemen der Jahrgangsstufen 11 bis 13 beispielhaft dargestellt, wie sich Schwerpunktvorhaben unter einem übergeordneten anwendungsbezogenen Aspekt als Assoziationsfeld aus den Bereichen I bis III zusammensetzen lassen. Dabei hängt der zeitliche Umfang des Vorhabens entscheidend von dem Umfang der Fachinhalte ab, der im Laufe des Vorhabens zum Verständnis von Anwendungsbezügen sowie zur Vermittlung von Fachmethoden und allgemeinen Kompetenzen erarbeitet werden soll. Deshalb kann die Stundenzahl gegenüber dem in Kapitel 2.3 ausgewiesenen Orientierungsrahmen von 8–10 Stunden bei breiter fachlicher Basis auch darüberliegen. Die hier zusammengestellten Beispiele stellen umfangreichere Varianten dar, um das Spektrum der Möglichkeiten aufzuzeigen.

Allen Schemata liegt eine einheitliche Struktur mit folgenden Elementen zu Grunde:

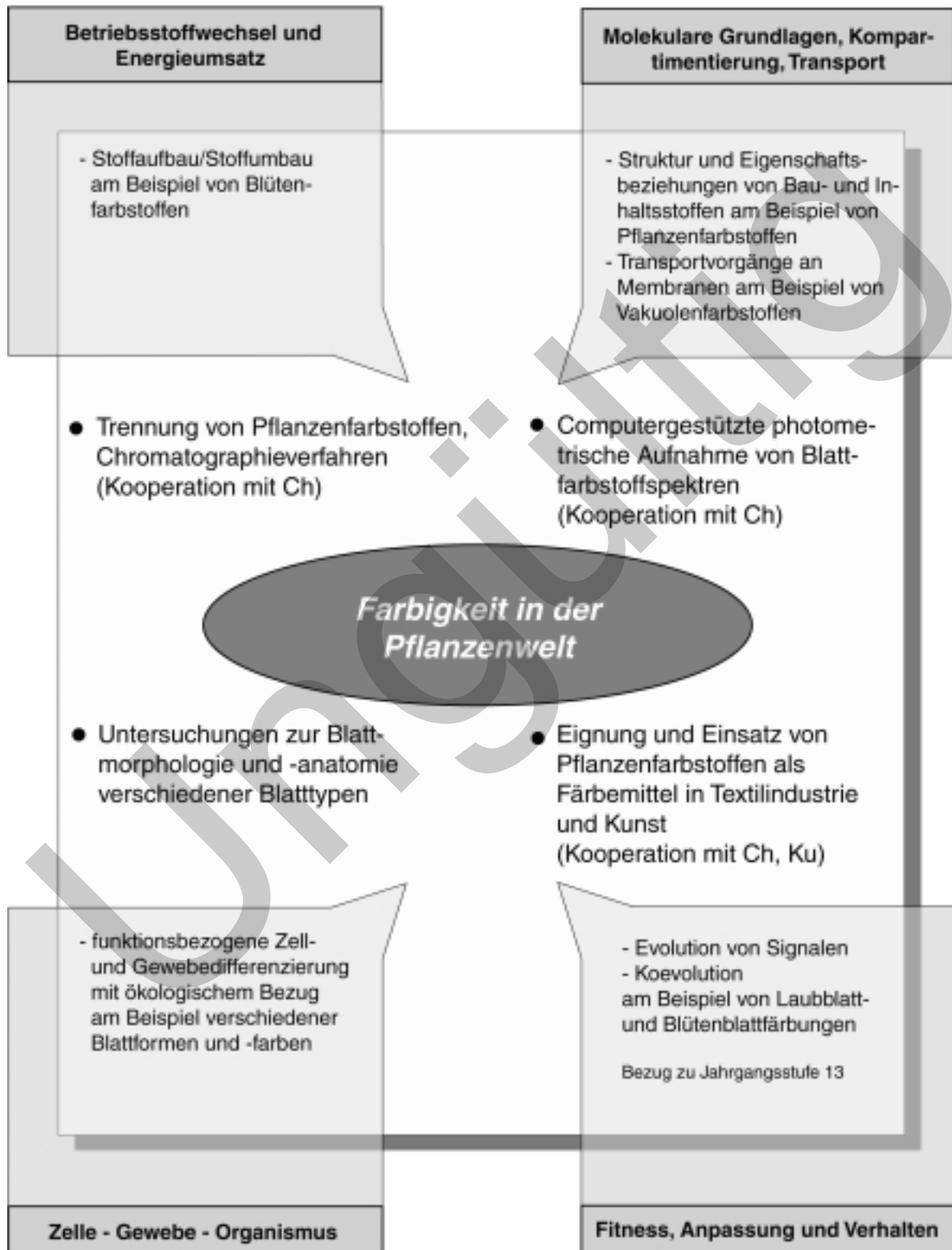
Leitthema, aus dem sich der Schwerpunkt herleitet



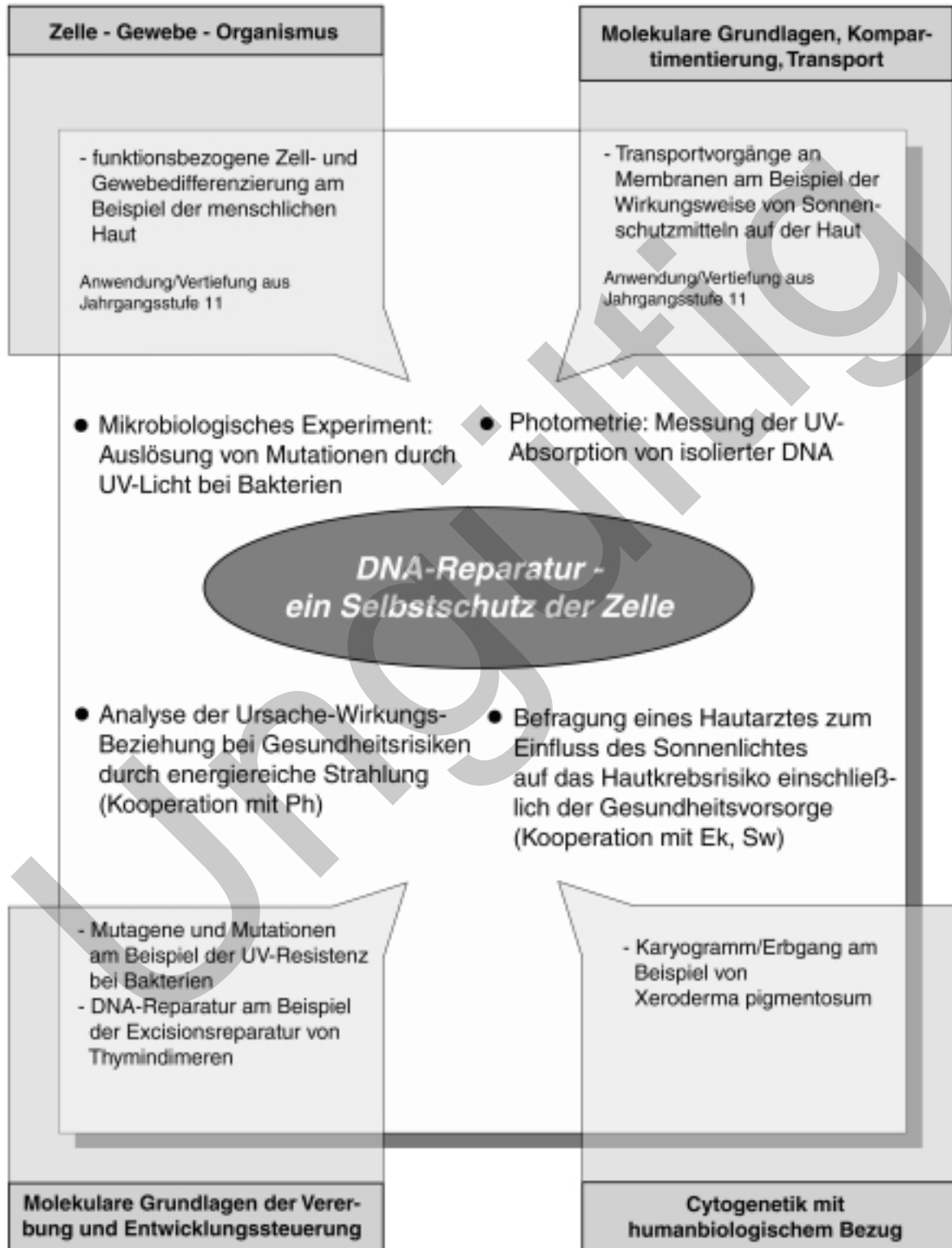
Leitthema: "Physiologie: Struktur - Funktion - Wechselwirkung"
 Assoziationsfeld zu einem Schwerpunktvorhaben



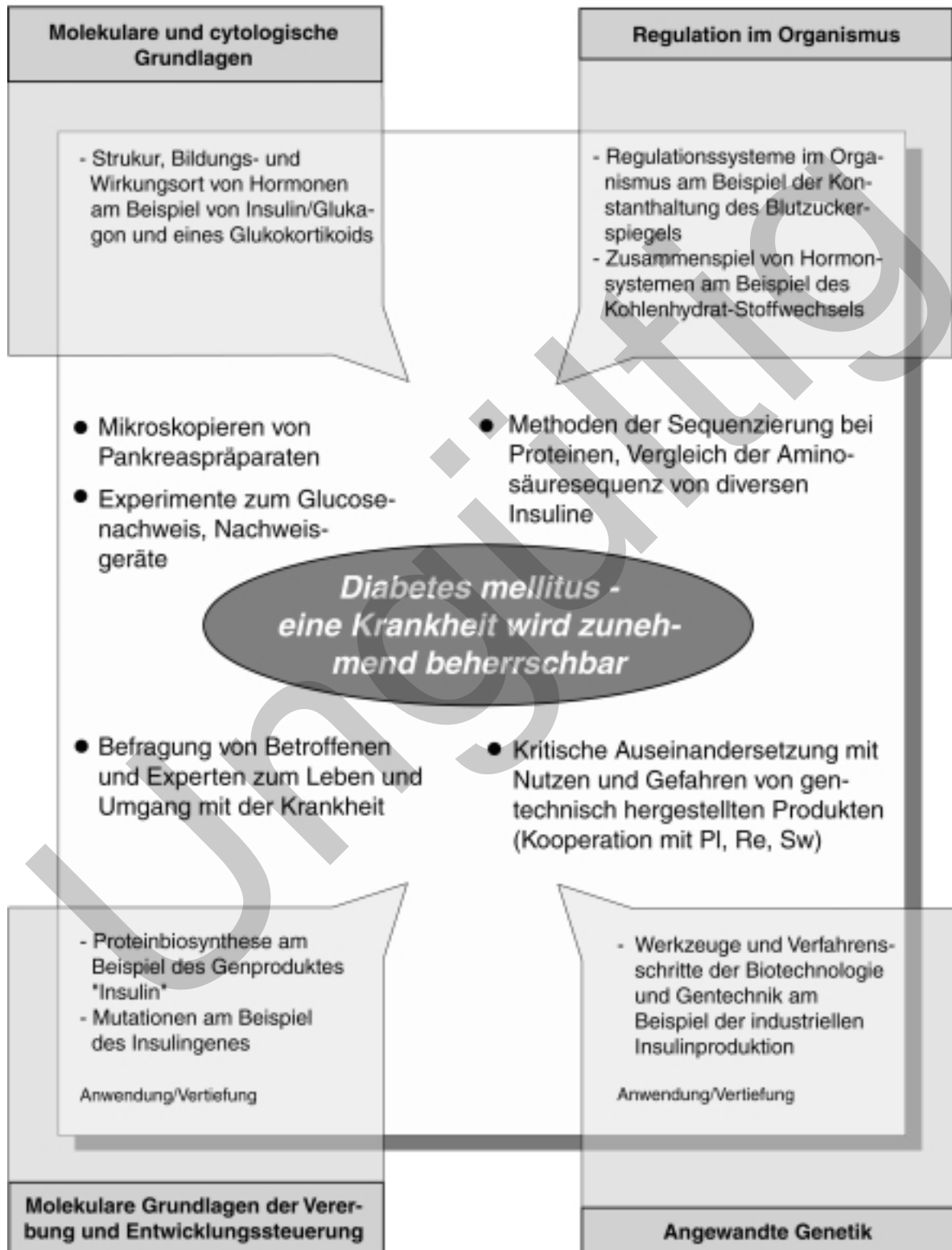
Leitthema: "Physiologie: Struktur - Funktion - Wechselwirkung"
 Assoziationsfeld zu einem Schwerpunktvorhaben



Leitthema: "Genetische und entwicklungsbiologische Grundlagen von Lebensprozessen"
 Assoziationsfeld zu einem Schwerpunktvorhaben



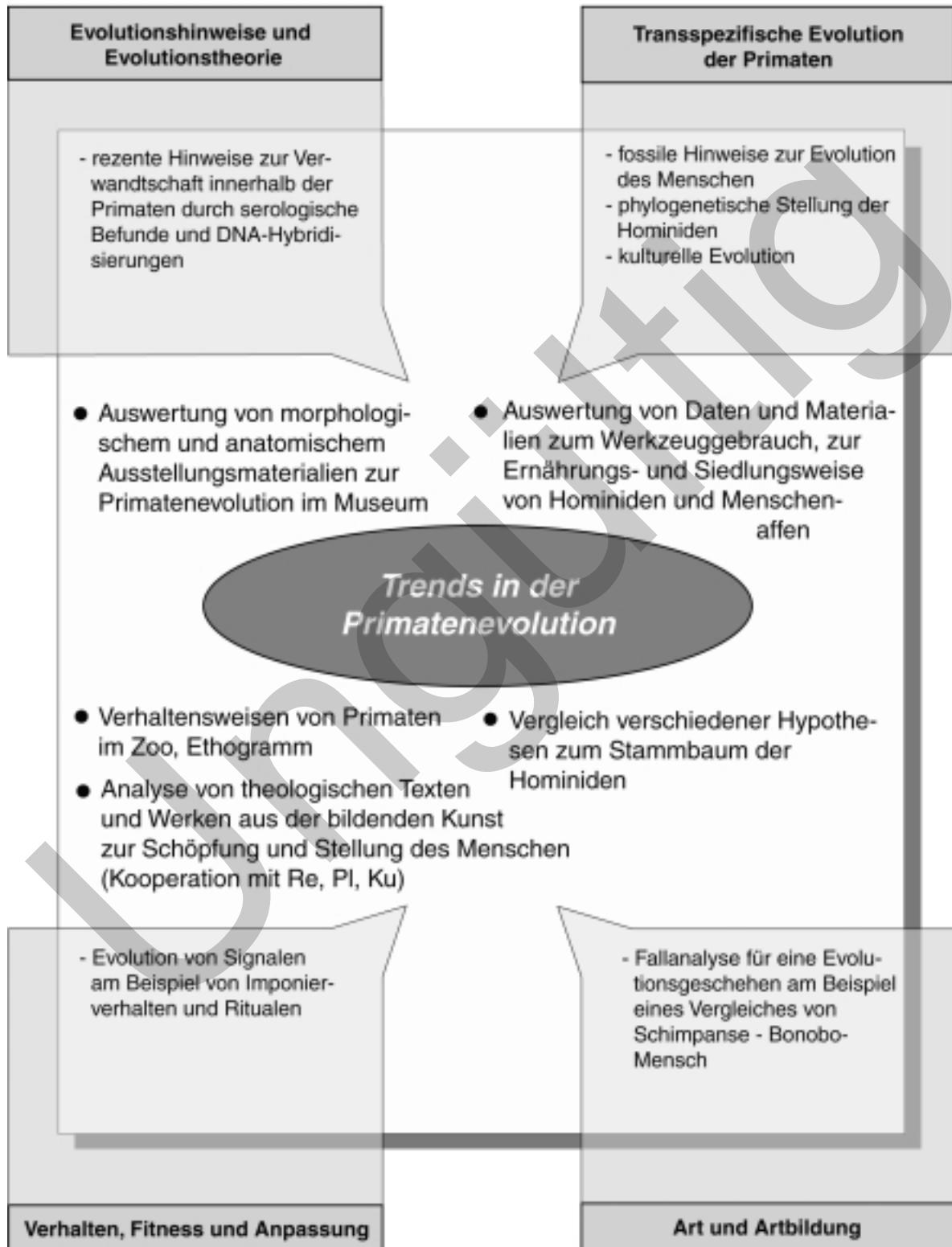
*Leitthema: "Steuerungs- und Regulationsvorgänge im Organismus am Beispiel der Struktur und Wirkungsweise von Hormonen"
Assoziationsfeld zu einem Schwerpunktvorhaben*



*Leitthema: "Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung"
Assoziationsfeld zu einem Schwerpunktvorhaben*



Leitthema: "Evolution der Vielfalt des Lebens in Struktur und Verhalten"
Assoziationsfeld zu einem Schwerpunktvorhaben



3 Unterrichtsgestaltung/Lernorganisation

3.1 Grundsätze der Unterrichtsgestaltung

Es ist Aufgabe des Unterrichts, das im Bildungsauftrag genannte Hauptziel der gymnasialen Oberstufe realisieren zu helfen, auf Studium und Beruf vorzubereiten. Die Unterrichtsorganisation soll dazu beitragen, dass die Schülerinnen und Schüler auf der Grundlage einer vertieften allgemeinen Bildung

- eine wissenschaftspropädeutische Ausbildung erwerben
- und Hilfen zur persönlichen Entfaltung in sozialer Verantwortung erhalten (vgl. Kapitel 1 der Richtlinien „Aufgaben und Ziele der gymnasialen Oberstufe“).

Wesentliche Bezugspunkte sind die Dimensionen einer wissenschaftspropädeutischen Ausbildung, die in den Richtlinien mit

- dem Erwerb wissenschaftspropädeutischen Grundlagenwissens
- der Entwicklung von Prinzipien und Formen selbstständigen Arbeitens
- der Entwicklung von wissenschaftlichen Verhaltensweisen
- der Ausbildung von Reflexions- und Urteilsfähigkeit.

umschrieben werden.

Der Unterricht ist also so anzulegen, dass diese Ziele erreicht werden können.

Die Prinzipien, denen hierbei gefolgt werden soll, sind im Kapitel 3 der Richtlinien „Prinzipien des Lernens und Lehrens in der gymnasialen Oberstufe“ beschrieben. Hierbei ist sicherzustellen, dass auf der einen Seite eine gut organisierte fachliche Wissensbasis erreicht wird. Dazu gehören Theorien, Fakten, Methoden und Prozesswissen. Auf der anderen Seite muss eine Balance zwischen fachlichem Lernen und Lernen in sinnstiftendem Kontext hergestellt werden.

Zusammengefasst soll sich die Unterrichtsorganisation daran ausrichten, dass

- die individuelle Schülerpersönlichkeit mit ihren Vorerfahrungen, Möglichkeiten und Leistungsdispositionen im Blick ist
- Schülerinnen und Schüler aktiv lernen
- Schülerinnen und Schüler kooperativ lernen
- Vorwissen abgesichert, aufgegriffen und Lernfortschritt ermöglicht wird
- die Aufgabenstellungen komplex sind
- die Aufgabenstellungen auch auf Anwendung und Transfer ausgerichtet sind.

Fachliche Systematik, verbunden mit dialogischen, problembezogenen und fachübergreifenden Lernarrangements, sind die inhaltlichen Bezugspunkte für die Lernorganisation (vgl. Kapitel 3 „Prinzipien des Lernens und Lehrens in der gymnasialen Oberstufe“).

3.2 Gestaltung der Lernprozesse

Der Unterricht folgt einer Gesamtplanung, die schüler-, gegenstands- und methodenorientiert ist. Eine zu enge Steuerung des Lernprozesses ist ebenso zu vermeiden, wie eine unstrukturierte Offenheit.

Schülerorientierung bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, im Unterricht an ihren eigenen Erfahrungs- und Lernstand anzuschließen und dem Leitbild des aktiven und selbstständigen Arbeitens zu folgen.

Gegenstandsorientierung bedeutet, dass die vorgesehenen Unterrichtsinhalte in einem breiten Wissens- und Anwendungsbereich (vgl. Bereiche I und II) in einer über die drei Jahre der gymnasialen Oberstufe laufenden Sequenz aufgebaut werden, dass Wissenszuwachs entsteht und vernetztes Wissen möglich wird.

Methodenorientierung bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler sich im Medium der Unterrichtsinhalte die geforderten fachlichen und fachübergreifenden Methoden und die notwendigen Arbeitshaltungen und -dispositionen aneignen.

Der Begriff **Unterrichtsmethode** umfasst die Summe der Unterrichtsschritte, Arbeitsformen, Lehr- und Lernformen, mit deren Hilfe der Unterricht strukturiert wird. Die Unterrichtsmethoden und -organisationsformen sollen durch die in Kapitel 3.1 dargestellten Grundsätze geprägt sein.

Auf gängige Unterrichtsmethoden (z. B. Lehrervortrag, Unterrichtsgespräch) wird an dieser Stelle nicht eingegangen. Nachfolgend werden die Verknüpfung von Zielen, Inhalten und Unterrichtsmethoden, d. h. die Lernarrangements beschrieben, die geeignet sind, dem Leitbild des aktiven und selbstständigen Lernens zu dienen und eine Vernetzung des Wissens zu ermöglichen. Die Formen eigenverantwortlichen Lernens und Arbeitens, die die Schülerinnen und Schüler aktiv tätig sein lassen, sind hier von besonderer Bedeutung.

3.2.1 Kriterien für die Auswahl von Unterrichtsinhalten

Der Unterricht in den Jahrgangsstufen 11 bis 13 wird sequentiell aufgebaut. Die fachlichen, fachübergreifenden und methodischen Ziele des Faches sollen am Ende der Jahrgangsstufe 13 erreicht sein.

Folgende Kriterien können bei der Inhaltsauswahl hilfreich sein:

- Der Aufbau der fachlichen Inhalte darf nicht zu einer Stoffhäufung führen. Es gilt das Prinzip des Exemplarischen, das sich auf wesentliche, repräsentative und bedeutsame Fachinhalte beschränkt, die geeignet sind, übertragbare Kenntnisse und Fertigkeiten zu vermitteln
- Die Auswahl der Unterrichtsinhalte soll so erfolgen, dass Vorwissen aktiviert werden kann. Lernzuwachs und Progression müssen deutlich werden
- Die ausgewählten Inhalte sollen in fachlicher und fachübergreifender Hinsicht methodisch selbstständiges Arbeiten ermöglichen und entsprechende Kompetenzen progressiv aufbauen und sichern.

Das Fach Biologie ist durch eine Vielfalt an Lerninhalten und Methoden gekennzeichnet. Der Erkenntniszugewinn verursacht durch die rasche Entwicklung der Fachwissenschaft und die zunehmende gesellschaftliche Relevanz eine Stofffülle, die im Unterricht nicht vollständig erfasst werden kann. Leicht besteht die Gefahr, der Stofffülle zu unterliegen oder in Detailfragen zu intensiv spezielle Probleme der Biologie zu behandeln. Zudem kann es nicht Aufgabe des Biologieunterrichtes sein, Teile des Grundstudiums vorwegzunehmen. Vielmehr sollten die Vermittlung von biologischen Basiskennnissen und der Erwerb von Methodenkompetenz für den Aufbau der Unterrichtsinhalte leitend sein. Es ist deshalb notwendig, Akzente zu setzen, die Einblicke in die unterschiedlichen Facetten der Biologie ermöglichen und verschiedenartige Denkstrukturen eröffnen. Die Themenfelder in Kapitel 2.3 gewährleisten, dass die Schülerinnen und Schüler mit einem breiten Spektrum von Inhalten und Fachmethoden vertraut werden. Diese Zusammenstellung gibt jedoch nicht vor, in welcher Reihenfolge und Verknüpfung und auch nicht mit welchem Grad der Vertiefung die einzelnen Inhalte behandelt werden.

Um unterrichts- und zeitökonomisch vorzugehen, ist es notwendig, einerseits Schwerpunkte zu finden, die eine vertiefende Erarbeitung nahe legen und andererseits zu entscheiden, welche Inhalte eher im instruktiven Unterricht vermittelt werden sollten.

Um solche inhaltlichen und methodischen Akzente zu finden, ist zu klären:

- Welches Basiswissen muss vermittelt werden?
- Welche Inhalte haben besonderen exemplarischen Charakter?
- Welche Inhalte besitzen eine besonders große Schülerinnen/Schüler- und Gesellschaftsrelevanz (Lernen im Kontext)?
- Welche Inhalte können zu Sinneinheiten verknüpft werden?
- Welche Fachmethoden und Verfahrenstechniken können mit Hilfe der betreffenden Inhalte erfahren werden?
- Welche Problemstellungen bieten sich an, das selbstständige Arbeiten und das soziale Lernen zu fördern?

Innerhalb eines Schwerpunktvorhabens können diese Punkte besonders gut verwirklicht werden.

Bei der konkreten Konzeption eines Schwerpunktvorhabens ist ein Vorgehen notwendig, das die Bündelung und Strukturierung von Inhalten in ihrer vernetzten Struktur erfasst. Eine visuelle Verdeutlichung (z. B. durch „clustering“, „mindmapping“) bietet sich hierfür an. Als anschließender Schritt muss eine Auswahl unter den gefundenen Inhalten getroffen werden, um einen überschaubaren Rahmen zu finden, der auch zeitlich eingegrenzt ist.

Folgende Kriterien sind für den Aufbau der Unterrichtsinhalte entscheidend. Sie werden bei der Konzeption einzelner Unterrichtsschritte, von Unterrichtsreihen aber auch bei der Zusammenstellung von Sequenzen relevant.

- **Wachsende Komplexität:** So werden zum Beispiel im Basiskurs der Jahrgangsstufe 11 Grundlagen der Molekularbiologie und Cytologie gelegt, die in den folgenden Jahrgangsstufen im Sinne wachsender Komplexität in anderen

Zusammenhängen und auf höheren Organisationsebenen erweitert und vertieft werden

- **Zunehmende Theoriereflexion:** Eine vertiefende Auseinandersetzung mit Fragestellungen der Evolutionsbiologie ist wegen der dafür notwendigen Theoriereflexion in Jahrgangsstufe 13 angemessen. Dies gilt auch für bestimmte Fragestellungen der Verhaltensökologie
- **Immanente Wiederholung:** Eine immanente Wiederholung ist erforderlich, um erworbene Kenntnisse zu festigen und auch dafür, um bekannte Aspekte für die Erarbeitung neuer Probleme in komplexen Zusammenhängen verfügbar zu machen. So gewinnen zum Beispiel die Kenntnisse der Nukleinsäure-Hybridisierung aus der Genetik im Rahmen der Evolutionslehre eine weiterführende Bedeutung. Die Überschneidung der biologischen Fachdisziplinen bietet dazu Möglichkeiten.

3.2.2 Lern- und Arbeitsorganisation im Fach

3.2.2.1 Fachspezifische Methoden

Neben der Vermittlung von Erkenntnissen über biologische Strukturen, Prozesse und Zusammenhänge wie sie überwiegend in der Sekundarstufe I erfolgt, hat der Biologieunterricht im Sinne der Vermittlung einer Studierfähigkeit in der gymnasialen Oberstufe darüber hinaus die Aufgabe, die **Methoden der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung** zu vertiefen. Der Entstehungsprozess naturwissenschaftlicher Erkenntnisse wird so nachvollzogen und für die Schülerinnen und Schüler eröffnet. Ausgangspunkt ist dabei das Objekt oder das augenscheinliche Phänomen, welche durch *Methoden der Informationsbeschaffung* wie das Betrachten, Beobachten, Untersuchen und Experimentieren erschlossen werden. Im Rahmen dieser fachspezifischen Arbeitsformen können die Schülerinnen und Schüler durch die sich anschließenden *Methoden der Informationsdarstellung, Informationsverarbeitung und -deutung* sowohl mündlich als auch schriftlich tätig werden und dabei auch eine angemessene Fachsprache und Begriffsbildung einüben. Darüber hinaus werden durch die unten ausgeführten Fachmethoden die unterschiedlichen Eingangskanäle der Schülerinnen und Schüler genutzt, um die Aneignung von Lerninhalten mittels verschiedener Lehr- und Lernformen sicherzustellen (vgl. Kapitel 3.2.2.2). Die praktische Arbeit stellt ein wesentliches Element des schülerorientierten und selbstständigen Arbeitens in der gymnasialen Oberstufe dar.

Betrachten, Beobachten und Untersuchen biologischer Objekte und Sachverhalte

Das **Betrachten** ist eine den Jugendlichen vertraute Arbeitsweise, die bereits im Biologieunterricht der Sekundarstufe I zur Anwendung kommt. Hierbei handelt es sich um das Erfassen des Erscheinungsbildes eines Objekts im Zustand der Ruhe (Betrachten eines Maiskolbens).

Die Grundlage der biologischen Erkenntnis ist das planmäßige **Beobachten**. Es schließt das Erkunden von Objekten und Zustandsgrößen mit ein (Vergleichen und Zählen der verschiedenen Erscheinungsformen der Maiskörner am Maiskolben). Beobachten geht vom Naturobjekt aus und kann auf den verschiedenen Organisa-

tionsebenen des Lebendigen erfolgen (mikroskopisches und makroskopisches Beobachten). Das Arbeiten mit dem Naturobjekt sollte vor anderen Unterrichtsmitteln den Vorrang haben, da es Natur begreifbar macht. Es macht allerdings das Auflösen komplexer biologischer Strukturen und Sachverhalte in überschaubare und untersuchbare Einheiten erforderlich. Kommt es in der Sekundarstufe I vornehmlich darauf an, genau zu beobachten, um Kenntnisse zu erhalten, geht es in der gymnasialen Oberstufe auch darum, den Schülerinnen und Schülern zu verdeutlichen, dass jede Beobachtung ein unvollständiges Bild der Wirklichkeit vermittelt. Genauigkeits- und Aussagegrenzen von Beobachtungen sollten daher aufgezeigt und diskutiert werden, insbesondere dann, wenn dazu technische Hilfsmittel (z. B. Lupe, Mikroskop, Elektronenmikroskop) eingesetzt werden.

Beobachtungen müssen in fachgerechter Weise **beschrieben** und so dargestellt werden, dass die Beobachtungsergebnisse klar und zunächst auch frei von Deutungen wiedergegeben werden. Hierbei kann gut der Erwerb sprachlicher Kompetenzen gefördert werden.

Sowohl bei der Betrachtung als auch bei der Beobachtung bleibt das Objekt unverändert.

Das **Untersuchen** dagegen umfasst strukturelle und funktionale Sachverhalte eines Objekts und ermöglicht Aussagen über anatomisch-funktionelle Zusammenhänge (z. B. Mikroskopie eines Sprossachsenquerschnitts).

Die erforderliche Informationsbeschaffung über Naturobjekte wird im Biologieunterricht auch häufig durch Exkursionen erfolgen, in denen einzelne Arbeitsschritte intensiviert werden können (vgl. Kapitel 3.2.4).

Das Experiment

Das Experiment führt zu weiteren Erkenntnissen, wenn die Methoden des Beobachtens und Untersuchens allein nicht mehr ausreichen, um die Elemente und Wechselbeziehungen eines komplexen Systems zu analysieren. In dieser fachwissenschaftlichen Funktion dient das Experiment der Beantwortung einer biologischen Fragestellung (z. B. Einfluss des abiotischen Faktors Temperatur auf Lebewesen), etwa der Überprüfung einer Arbeitshypothese. Es ermöglicht oft erst durch Veränderungen und Bestimmungen von Einzelfaktoren, dass komplexe Zusammenhänge durchschaubar werden.

Die Planung und Ausführung von Beobachtungsaufträgen und Experimenten ist insbesondere im Hinblick auf die Förderung der Selbsttätigkeit der Schülerinnen und Schüler besonders wesentlich (z. B. Experimentieren mit einer Temperaturorgel). Die sich anschließende differenzierte Auswertung der Experimentalergebnisse sowie deren kritische Bewertung ermöglicht, die naturwissenschaftliche Erkenntnismethode in ihrer Gesamtheit nachzuvollziehen und ein Problembewusstsein aufzubauen. Daraus ergibt sich eine Fragehaltung, die ein Verständnis komplexer Gesetzmäßigkeiten des Naturgeschehens anbahnt.

Derartige experimentelle Analysen sollten daher so häufig wie möglich durchgeführt und geübt werden, auch wenn die praktische Durchführung des jeweiligen

Experimentes aus zeitlichen oder organisatorischen Gründen nicht möglich sein sollte.

Die in der gymnasialen Oberstufe zu erarbeitenden Fragestellungen können umfangreichere Experimente erfordern als es der Unterricht der Sekundarstufe I notwendig macht. Eine Zergliederung in Teilprobleme mit entsprechenden Experimenten oder arbeitsteiliges Vorgehen ist dann sinnvoll. Ebenso machen einige Fragestellungen Langzeitexperimente notwendig, die eher für projektorientiertes Arbeiten oder Facharbeiten (vgl. 3.2.3) geeignet sind.

In der Schulbiologie hat das Experiment darüber hinaus weitere, die Lernwirksamkeit steigernde Funktionen zu erfüllen:

- Heranführen an eine Problemstellung und/oder Problembearbeitung (s. o.)
- Demonstrieren fachwissenschaftlicher Arbeitsmethoden
- Einüben von Fertigkeiten bei der praktischen Durchführung von Experimenten, Einüben von Fähigkeiten bei deren Auswertung
- Aufzeigen einer Abhängigkeit zwischen Experimentalmethode und Erkenntnisfortschritten; Tragweite der naturwissenschaftlichen Methode.

In der Unterrichtspraxis wird das Experiment häufig mehrere dieser Funktionen übernehmen. Seine Lernwirksamkeit wird dann besonders hoch sein, wenn es von den Schülerinnen und Schülern selbstständig geplant, durchgeführt und auch ausgewertet wird.

Viele fachwissenschaftliche Experimente sind allerdings in der Schule nicht durchführbar. An ihre Stelle können dann im Prozess der Erkenntnisgewinnung andere Arbeitsmittel treten.

Versuchsprotokoll, Fachsprache, Darstellungsweisen

Methoden der Informationsdarstellung, -verarbeitung und -deutung können u. a. bei der Anfertigung eines **Versuchsprotokolls** geschult werden. Dazu gehören das

- Protokollieren der Vorgehensweise (Aufbau/Durchführung) und Erfassen der Wahrnehmungen und Ergebnisse
- Darstellen der Ergebnisse in Form von Tabellen/Graphen/Diagrammen und Abbildungen
- Auswerten von Wahrnehmungs- und Messergebnissen unter Einbindung von Fragestellung und Vorwissen sowie fachgerechte Fehlerbetrachtung und -analyse
- Formulieren weiterführender Fragen.

An die Informationsbeschaffung schließt sich das Ordnen und Vergleichen der erhaltenen biologischen Daten an, mit dem Ziel, generalisierende Aussagen in angemessener Fachsprache darzustellen (selbstständiges Arbeiten, sprachliche Kompetenz, Urteilsfähigkeit). Beim Klassifizieren und Analysieren werden Gruppen mit gemeinsamen Merkmalen gebildet bzw. komplexe Sachverhalte in überschaubare Teilstrukturen und Elemente aufgelöst. Auch in diesem Zusammenhang sollten die Aussagekraft des Versuchs bzw. der Versuchsreihen, die Leistungsfähigkeit der Untersuchungsmethode und die Bedeutung der Erkenntnisse sachlich diskutiert und bewertet werden.

Die gründliche Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand führt zum Erkennen von Zusammenhängen und Grundstrukturen, deren wesentliche Merkmale abstrahiert werden. Begriffe fassen dann jeweils übereinstimmende Merkmale unterschiedlicher Befunde zu einer Klasse zusammen. Durch konsequentes Einüben der **Fachbegriffe** und **Fachsprache** trägt die Biologie zur Orientierung in der Fachwissenschaft sowie zur Schulung und Erweiterung der sprachlichen Ausdrucksfähigkeit bei. Fachausdrücke sollten daher unter Einbeziehung ihrer Erklärung und Wortherkunft vermittelt werden. Das Anlegen eines Glossars auf den letzten Seiten des Biologieheftes kann das Einprägen und Anwenden der neuen Begriffe erleichtern.

Ferner bestehen Vereinbarungen über ggf. eingeführte **Symbole**, die die jeweiligen Sachverhalte verdeutlichen sollen. (z. B. Darstellung von lipophilen und lipophoben Molekülteilen des Lecithins, chemische Kurzschreibweisen).

Weitere unterrichtstragende Darstellungsweisen sind: Die biologische Zeichnung/Schemazeichnung und verschiedene graphische Darstellungen wie mathematisches Diagramm, Flussdiagramm, Pfeildiagramm und Kreisdiagramm.

Gesetze, Theorien und Modelle

Im Zuge der Informationsdeutung findet die Formulierung von biologischen Gesetzmäßigkeiten und Theorien sowie die Entwicklung und Anwendung geeigneter Modellvorstellungen statt.

Naturgesetze sind gesicherte Ergebnisse experimenteller Erfahrung. Mit ihrer Hilfe lassen sich zukünftige Vorgänge voraussagen. Dabei geht man von dem Grundsatz aus, dass gleiche Ursachen immer die gleichen Wirkungen zur Folge haben (Kausalitätsprinzip). Im Vorgehen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung sind die **Induktion** und die **Deduktion** die erkenntnistheoretischen Verfahren, durch die Hypothesen und Theorien gebildet werden. Sind **Hypothesen** durch umfangreiche, verschiedenartige Untersuchungen mehrfach bestätigt, kann ein Gesetz zentrales Element einer umfassenden **Theorie** werden. Es handelt sich dabei um gedankliche Konstruktionen, aus denen sich eine möglichst große Zahl von Tatsachen widerspruchsfrei deuten lässt. Bei einem **Modell** handelt es sich um eine Einengung und Simulation der Realität zum Zwecke der Veranschaulichung und Erkenntnisgewinnung.

Geht es in der Sekundarstufe I dabei in erster Linie um die Erklärung von Phänomenen, so haben die Modellbildung und Modellvorstellungen in der gymnasialen Oberstufe die Funktion, kausalanalytisch gewonnene Daten zu verknüpfen und übergeordnete Zusammenhänge herzustellen. Es entsteht so ein Hilfsmittel bei der Erkenntnisgewinnung. Die Beurteilung der Aussagekraft von biologischen Gesetzmäßigkeiten und Modellvorstellungen durch Verbalisierung von Bedingungen bzw. Abgrenzungen zwischen Modell und Wirklichkeit (z. B. Membranmodelle) trägt zur Schulung der Reflexions- und Urteilsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler bei. Das dazu erforderliche hohe Abstraktions- und Anspruchsniveau kann erst von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe II erreicht werden.

Modelle sind durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Sie sind Scheinbilder der Wirklichkeit, d. h. sie sind durch direkte Beobachtung nicht nachprüfbar. Ein Modell kann nicht wahr oder falsch sein, sondern allenfalls brauchbar oder unbrauchbar
- Jedes Modell hat seine Grenzen. Treten neue experimentelle Befunde auf, die durch ein Modell nicht erklärt werden können, so muss es erweitert oder durch ein neues Modell ersetzt werden.

Historische Erkenntnisgewinnung und naturwissenschaftliches Weltbild

Der Entstehungsprozess naturwissenschaftlicher Erkenntnisse kann auch durch den Nachvollzug des oft mühsamen **historischen Prozesses des Erkenntnisfortschritts** an exemplarischen Beispielen aufgezeigt werden. Dabei werden zusätzliche Voraussetzungen, unter denen in der Forschung Erfolge erzielt werden, für die Schülerinnen und Schüler transparent: Klares Problembewusstsein, Scharfsinn, Phantasie und Einfallsreichtum beim Suchen der Möglichkeiten und Wege zur Lösung des Problems, experimentelles Geschick, vorurteilslose Betrachtung der Ergebnisse, gründliches Studium aller mit dem Problem verbundenen Fragen, Fleiß und Beharrlichkeit beim Verfolgen des Problems. Die Beschäftigung mit dem Inhalt einer solchen Darstellung schafft Verständnis dafür, wie Erkenntnisse zu werten und zu beurteilen sind und den methodologischen Gültigkeitsanspruch der Naturwissenschaften zu relativieren.

Die Deutung der Ergebnisse biologischer Forschung war und ist oftmals abhängig vom **Weltbild** des Forschers und dem zeitbedingten **gesellschaftlichen Bewusstsein**. In diesem Zusammenhang werden Grenzen und Notwendigkeiten biologischer Forschung zunehmend kontrovers diskutiert. Erkenntnisse werden jedoch erst dann vollständig verstanden, wenn man ihr Zustandekommen nachvollziehen kann. Die Kenntnis der Methodik befähigt zum Urteil über den Wert und die Grenzen der damit erzielten Ergebnisse.

3.2.2.2 Lehr- und Lernformen

Die Gestaltung von Unterricht kann durch zwei unterschiedliche methodische **Großformen**, die sich durchdringen, charakterisiert sein durch:

instruktiven Unterricht

Er zeichnet sich durch das Anstreben und Erreichen von festgelegten Lernzielen aus und besitzt eine im Wesentlichen durch die Lehrerin/den Lehrer vorgegebene inhaltliche und fachmethodische Unterrichtsstruktur. Dieser instruktive Unterricht ist in weiten Teilen von der Lehrerin/vom Lehrer unter Beachtung einer Schülerorientierung konzipiert.

Diese Großform bietet sich an, um obligatorische Inhalte, Anwendungen und Methoden vorrangig aus der Fachperspektive zu behandeln.

Offene Unterrichtsformen

Für diese Form der Unterrichtsgestaltung ist eine weit reichende Schülerorientierung und eine Offenheit der Unterrichtsplanung typisch. Im Vergleich zum instruktiven Unterricht werden folgende Aspekte stärker berücksichtigt:

- Entdeckende statt darstellende Lernverfahren
- Selbststeuerung des Lernprozesses durch die Lernenden statt Steuerung durch die Lehrperson
- Gruppenarbeit statt Einzelarbeit
- Selbstevaluation statt Fremdevaluation
- Einbeziehung von spielerischen Unterrichtsmethoden z. B. Planspiel und Simulation
- Veränderung des Rollenverständnisses der Lehrerin/des Lehrers, auch sie/er versteht sich als eine/ein am Projekt Lernende/Lernender
- Aktivitäten außerhalb des Klassenraumes gewinnen an Bedeutung
- Experten (Lehrerinnen, Lehrer, Schülerinnen und Schüler anderer Fachkurse, Menschen aus Politik, Wissenschaft und außerschulischen Organisationen) werden in den Unterricht integriert
- Lernziele werden während des Prozesses entdeckt, nicht vorher festgelegt
- die Nutzung von außerhalb der Schule liegenden Informationsquellen und Beratungsstellen und der Umgang mit eher handlungsorientierten Hilfsmitteln und Werkzeugen gewinnen an Bedeutung.

Einzelne Unterrichtsstunden oder kleinere Einheiten sowohl bei instruktivem wie bei offenem Unterricht werden in ihrer konkreten Gestaltung durch den Wechsel verschiedener **Kleinformen** des Lehrens und Lernens bestimmt. Dadurch werden Schülerinnen und Schüler veranlasst, sich auf unterschiedliche Weise innerhalb der Lerngruppe oder für sich alleine mit Objekten und Problemen auseinander zu setzen. Sie üben somit zur Vorbereitung der allgemeinen Studierfähigkeit planende Arbeitsverfahren und studienspezifische Arbeitstechniken.

Beteiligung am Gespräch innerhalb der Lerngruppe

Durch Fragen und Impulse der Lehrerin/des Lehrers initiiert, unterstützt und moderiert sollten im Sinne eines problemorientierten Vorgehens komplexe biologische Fragestellungen analysiert, in Teilprobleme gegliedert und Hypothesen und Lösungsvorschläge formuliert werden. Dabei sollten sich möglichst viele Schülerinnen und Schüler angesprochen fühlen und ein Gespräch untereinander die Folge sein. Ein derartiges Unterrichtsgespräch hilft die Bereitschaft zu entwickeln, sich frei und im Zusammenhang zu äußern, Beiträge anderer aufzunehmen und deren Leistung anzuerkennen und auch bei kontroverser Meinung sachlich zu argumentieren. Das Unterrichtsgespräch schult die mündliche Sprach- und Ausdrucksfähigkeit. Dabei angewandte Moderationstechniken dienen der Initiierung und Optimierung von Gruppenprozessen, wie sie auch in Studium und Berufswelt üblich sind.

Aufmerksames Zuhören und Mitdenken des Einzelnen

Durch einen in Sprache, Strukturierung und Medieneinsatz der Lerngruppe angepassten Lehrervortrag können zwischen Phasen mit verstärkter selbstständiger Arbeit in kurzer Zeit notwendige Informationen und weiterführende grundlegende Fachinhalte bereitgestellt werden. In eingeschränktem Maße trifft dies auch auf Schülervorträge zu. Derartige Vorträge schulen die Konzentrationsfähigkeit, das selbstständige Festhalten von Informationen und das selbstverantwortliche Nacharbeiten. Dabei ist die Lehrerin/der Lehrer verpflichtet, das Verständnis zu sichern und Hilfestellungen zu leisten.

Kooperatives Arbeiten mit einem Partner oder in einer Gruppe

Besonders bei praktischen Unterrichtsschritten wie Beobachten, Untersuchen oder Experimentieren sind oft sozialintegratives Verhalten und Teamfähigkeit gefordert. Dabei wird sachbezogenes, begründetes Argumentieren mit anderen gefördert und das Sicheinigen über die Vorgehensweise und das arbeitsteilige Kooperieren in der Gruppe geschult.

Selbstständige Einzelarbeit

Neben kurzen Einzelarbeitsphasen im Unterricht bieten sich die im Folgenden beschriebenen Formen an, selbstständiges Arbeiten auch außerhalb der Unterrichtsstunden zu fördern. Sie schulen die schriftliche Ausdrucksfähigkeit, die Fähigkeit, sich strukturiert und zielgerichtet zu artikulieren, komplexe Zusammenhänge schriftlich zusammenzufassen und dabei angemessen mit Texten und naturwissenschaftlichen Darstellungsweisen umzugehen.

Die unten genannten Einzelarbeitsformen können auch kooperativ bewältigt werden. Dabei soll die Leistung des Einzelnen sichtbar bleiben.

Hausaufgaben und schriftliche Protokolle

Sie ermöglichen in einem leicht überschaubaren Rahmen eine selbstständige, gewissenhafte Vor- und Nachbereitung des Unterrichtes und die Einübung von Informationsbeschaffung, -darstellung und -verarbeitung. Darüber hinaus haben sie eine die einzelne Unterrichtsstunde unterstützende Funktion, da viele mündliche und schriftliche Beiträge auch in Einzelarbeit zu Hause bearbeitet werden können. Grundsätzlich soll darauf geachtet werden, dass diese im Allgemeinen schriftlichen Einzelarbeiten aus dem Unterricht erwachsen und zu ihm zurückführen.

Kurzvortrag (Referat)

Mittels eines Referates kann die streng themen- und sachbezogene Darstellung eines Sachverhaltes eingeübt werden. Selbstständiges Planen der Anlage und Strukturierung eines Vortrages, Erfassen, Ordnen und Auswerten von Informationsmaterial, adressatenbezogenes Referieren und Argumentieren sowie zeitlich angemessenes Bearbeiten der Aufgabe können bei verschiedenen Schritten und Aufgabenstellungen des Biologieunterrichtes erlernt werden.

Dazu gehören:

- einen einzelnen Unterrichtsaspekt darzustellen
- ein bekanntes Problem zu charakterisieren
- ein zentrales Unterrichtsergebnis zusammenfassend zu formulieren
- einen im Prinzip bekannten Versuchsablauf zu verdeutlichen.

Eine Vortragszeit von ca. 10 Minuten ist angemessen.

Praktische Untersuchung

Im Biologieunterricht bietet sich an, Schülerinnen und Schüler im Rahmen einer arbeitsteilig angelegten Untersuchung selbstständig zu erarbeitende praktische Teiluntersuchungen zu übertragen. Dies kann sowohl bei Freiland- als auch bei Laboruntersuchungen geschehen. Dabei können nicht nur praktische Untersuchungsmethoden eingeübt werden, sondern auch das Zusammentragen, nachvollziehbare Protokollieren und verständliche Präsentieren von Einzelergebnissen geschult werden. Es wird dadurch deutlich, dass für komplexere Untersuchungen der verantwortungsbewusste Beitrag jedes Einzelnen und somit neben selbstständiger Einzelarbeit auch Teamfähigkeit notwendig ist.

Facharbeit

Wissenschaftspropädeutisches Lernen zielt darauf ab, die Schülerinnen und Schüler mit den Prinzipien und Formen selbstständigen Lernens vertraut zu machen. Facharbeiten sind hierzu besonders geeignet. Jede Schülerin bzw. jeder Schüler soll im Verlauf der Schullaufbahn eine Facharbeit anfertigen.

Facharbeiten ersetzen in der Jahrgangsstufe 12 nach Festlegung durch die Schule je eine Klausur für den ganzen Kurs oder für einzelne Schülerinnen und Schüler. Eine Facharbeit hat den Schwierigkeitsgrad einer Klausur; sie soll einen Schriftumfang von 8 bis 12 Seiten (Maschinenschrift) nicht überschreiten. Weitere gleichartige Arbeiten gehören zum Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“.

Die methodischen Anforderungen an eine Facharbeit sind im Unterricht vorzubereiten. Unter Umständen ist es zweckmäßig, wenn diese Aufgabe nach Absprache in der Schule vom Fach Deutsch übernommen wird. Weitere Festlegungen sind in der Fachkonferenz abzustimmen (vgl. Kapitel 6).

Im Fach Biologie umfasst eine Facharbeit typischerweise eine Untersuchung. Literaturarbeiten sollten nur dann Gegenstand der Aufgabenstellung sein, wenn ein praktischer Ansatz auf der Basis eigenständiger Datenerhebung und von Experimenten nicht realisiert werden kann.

Die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten zur Bewältigung der mit Facharbeiten verbundenen Aufgaben erwerben alle Schülerinnen und Schüler im Unterricht.

Bei Problemstellungen, die arbeitsteilig von Schülergruppen bearbeitet werden, ist sicherzustellen, dass der individuelle Leistungsanteil deutlich und somit auch bewertbar wird. Hilfreich kann dabei die Anfertigung eines Arbeitsprozessberichtes sein.

Bei der Themenvergabe durch die Fachlehrerin oder den Fachlehrer ist zu berücksichtigen, dass die drei Anforderungsbereiche erfüllt werden können (vgl. Kapitel 5.2). Die Aufgabenstellung sollte daher konkret einen Lösungsweg mit fachspezifischen Methoden in einem abgegrenzten und überschaubaren Rahmen einfordern. Im Falle einer Literatarbeit soll eine eigenständig verfasste Lösung durch einen in der Aufgabenstellung enthaltenen Problemaufriss erreichbar sein.

Die Schülerinnen und Schüler werden durch die beratende Fachlehrerin/den beratenden Fachlehrer bei der Umsetzung und Gestaltung ihres Arbeitsprozesses unterstützt. Die Beratung kann die Auswahl von Arbeitsmaterialien und Literatur einschließen. Die kontinuierliche Begleitung der Arbeitsphase erfolgt vor dem Hintergrund einer selbstständigen, individuellen Leistung und ermöglicht damit auch die sachgerechte Beurteilung (vgl. Kapitel 4.2.3). Eine Anbindung der Facharbeit an den Unterricht und die Einbeziehung ihrer Ergebnisse in das Unterrichtsgeschehen kann die Beurteilung auch im Hinblick auf die Anforderungsbereiche erleichtern. So ist z. B. im Unterrichtszusammenhang der „Untersuchungen in einem selbstgewählten Lebensraum“ der Qualifikationsphase die Analyse der abiotischen und biotischen Faktoren ein obligatorischer Unterrichtsinhalt. An dieser Stelle können die Fragen nach der Art der Faktoren, deren Einfluss und ihrer Bedeutung für den Organismus geklärt werden. Ein Methodenspektrum zur Aufnahme der Einflussgrößen im Biotop kann im Unterricht auch praktisch erarbeitet werden. Aus diesem Zusammenhang kann sich das Thema einer Facharbeit in Form einer Langzeituntersuchung zum Beispiel „Physiologisches und ökologisches Optimum einer Pflanzenart“ ergeben. Im weiteren Unterrichtsverlauf kann auf die Ergebnisse der Facharbeit zurückgegriffen werden. Ein ganzheitlicherer Aspekt kann im weiteren Unterricht z. B. durch die Betrachtung der Düngungsproblematik aus ökologischer Sicht eingebracht werden.

Weitere Bereiche, aus denen sich sowohl praktische als auch theoretische Bearbeitungen für Aufgabenstellungen mit Problemaufrissen ergeben, sind z. B.

- Vergleichende chromatographische Untersuchungen von Pflanzenmaterialien
- Reizphysiologische Untersuchungen an Pflanzen
- Untersuchungen zum Nährsalzbedarf an Pflanzen
- Anpassungen von Blüten und Bestäubern
- Bestandsuntersuchungen auf Brachflächen
- Ökologische Untersuchungen an Mauern
- Stellungnahme zu ökologisch konfliktträchtigen Entscheidungen
- Brut und/oder Revierverhalten eines gemeinen Vogels
- Orientierungsverhalten bei Ameisen
- Soziogramm einer Primatenart im Zoo
- Lernkurven des Menschen unter Störfaktoren
- Nährstoffversorgung und Wachstum von pflanzlichen Zellkulturen
- Leben mit Gendefekten.

3.2.2.3 Materialien und Medien im Biologieunterricht

Die Zugangsweisen und die Vielfalt der Lebensformen bedingen eine Vielzahl von Materialien und Medien als Grundausstattung für einen schülerorientierten und zeitgemäßen Biologieunterricht. In Kapitel 2.3.1 sind zu den jeweiligen obligatorischen Inhalten viele Hinweise zur Anwendung bestimmter Fachmethoden und damit eingeschlossener Materialien und Medien als Hilfen in tabellarischer Zusammenstellung angegeben.

Naturobjekte

Um Phänomene des Lebens unmittelbar anschaulich und erfahrbar zu machen, ist das Einbringen von Naturobjekten als immanentes methodisches Prinzip des Biologieunterrichtes so oft wie möglich zu realisieren. Naturobjekte wie lebende Objekte, Präparate und Vergleichssammlungen sind als Beobachtungs- und Informationsquellen anderen Medien vorzuziehen. Sie dienen vorrangig als konkrete Anschauungsgrundlage einer biologischen Fragestellung. Die Beschäftigung mit Naturobjekten trägt, auch in der gymnasialen Oberstufe, zu der Erweiterung der Artenkenntnis bei. Zur genauen Beobachtung und Bestimmung sind oft optische Hilfsmittel, Sammelgeräte und Bestimmungsliteratur notwendig.

Es muss als selbstverständlich gelten, dass von Biologielehrerinnen und Biologielehrern die gesetzlichen Vorschriften des Arten- und Biotopschutzes, Hinweise für den Umgang mit giftigen Pflanzen und Tieren und die Gefahrstoffverordnung beachtet werden (vgl. auch RdErl. des Kultusministeriums „Umgang mit Gefahrstoffen und Sicherheit im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht der allgemein bildenden Schulen“).

Abbildungen und Filme

Abbildungen haben im Biologieunterricht nicht nur die Funktion, Ersatz für fehlende Naturobjekte zu sein oder diese zu dokumentieren. Durch aufwendige Abbildungstechniken stehen Abbildungen zur Verfügung, die neue Beobachtungsbereiche eröffnen, etwa im makroskopischen Bereich endoskopische Aufnahmen, im mikroskopischen Bereich elektronen- und rasterelektronenmikroskopische Bilder. Besonders bei elektronenmikroskopischen Aufnahmen, aber auch bei gefärbten lichtmikroskopischen Bildern kann den Schülerinnen und Schülern bewusst gemacht werden, dass Bilder das Ergebnis einer bestimmten Technik sind und deshalb eine vorsichtige Zuordnung von Artefakten und zellulären Strukturen und damit eine kritische Interpretation notwendig sind.

Filme eröffnen durch den Einschluss von Bewegung eine weitere Beobachtungsdimension. Sie erlauben eine ungestörte und mehrmals zu wiederholende Analyse von Bewegungsabläufen und Handlungen etwa in der Verhaltensbiologie. Durch spezielle Bildsequenzen, Zeitraffungs- und dehnungsaufnahmen können biomechanische Phänomene von Bewegung verdeutlicht werden.

Struktur und Funktionsmodelle

Modelle, die von den Schülerinnen und Schülern selbst erstellt werden, können in anschaulicher Weise bestimmte biologische Funktionszusammenhänge verdeutlichen, z. B. Spaltöffnungsmodell, DNA-Strukturmodell oder Modell zur stufenweisen Energiefreisetzung. Dreidimensionale Strukturen wie z. B. von Proteinen oder Nucleinsäuren können durch frei rotierbare Computergrafiken veranschaulicht werden. Durch eine modellhafte Darstellung von biologischen Abläufen in Videosequenzen wie etwa von der Proteinbiosynthese oder der Immunreaktion kann eine zusammenfassende Wiederholung komplexer Zusammenhänge anschaulich unterstützt werden.

Experimentier- und Messgeräte

Informationsbeschaffung und -darstellung im Rahmen der biologischen Erkenntnisgewinnung verlangen den Gebrauch einer Vielzahl einfacher aber auch anspruchsvoller Experimentier- und Messgeräte. Sie fördern die manuellen Fertigkeiten und den sachgerechten Umgang mit technischen Geräten und vertiefen bei ihrer Handhabung die physikalischen und chemischen Kenntnisse. Dabei werden die Schülerinnen und Schüler zu sorgfältigem und konzentriertem Arbeiten angehalten.

Tabellen und Kartenwerke

Besonders bei ökologischen Fragestellungen kommen tabellarische Zusammenstellungen empirisch ermittelter Vergleichs- und Bewertungsdaten zum Einsatz, wie z. B. Zeigerwerte nach ELLENBERG, Tabellen mit Saprobienindices oder Rote Listen der gefährdeten Tier- und Pflanzenarten.

Spezielle Kartenwerke wie Gewässergütekarten, Forsteinrichtungskarten oder Landschaftspläne unterstützen die Bearbeitung von Themen der angewandten Ökologie.

Für die praktische Freilandarbeit der Schülerinnen und Schüler sind lokale topografische Karten Voraussetzung.

Computer

Zur Erfassung, Dokumentation, Auswertung oder auch zur Datenbeschaffung ist der Computer ein hilfreiches Werkzeug, mit dem gleichzeitig der Umgang mit neuen Medien geübt werden kann. Messwernerfassung und -darstellung sowie die rechnerische Analyse und grafische Darstellung von Kartierungsergebnissen werden durch den Computereinsatz erheblich erleichtert. Das Internet ermöglicht weltweite Datenrecherchen und eine Kommunikation zwischen Schulen im Rahmen von konkreten Arbeitvorhaben, z. B. bei dem überregionalen Austausch und Vergleich von Untersuchungsergebnissen über Saprobienindices und Gewässergüte an einem Flusslauf. Computersimulationen können biologische Regulationsvorgänge anschaulicher machen. Die Nutzung von Datenbanken und Bibliotheken im multimedialen Kommunikationsnetz kann ebenfalls integraler Bestandteil von Unterrichtsabschnitten sein. Auch zur Erstellung von Referaten und Facharbeiten nimmt die Nutzung des Computers immer breiteren Raum ein.

3.2.3 Fachübergreifende, fächerverbindende und projektorientierte Lern- und Arbeitsorganisation

Fachübergreifender Unterricht findet zunächst im Fach selbst statt; er besteht aus dem „Blick über den Tellerrand“ in Gestalt von Exkursen oder der Reflexion der fachlichen Fragestellung und ihrer Plausibilität und Grenzen.

Die folgenden Beschreibungen sind mögliche Beispiele, die sich beliebig ergänzen und erweitern lassen. Sie sollen Anregungen für die Planung fachübergreifenden Arbeitens im Biologieunterricht sein.

Fachübergreifende Aspekte werden im Fachunterricht Inhalt einer Einzelstunde oder einer Unterrichtsreihe

- Im Rahmen der Photosynthese werden die physikalischen Ursachen des Spektrums des Sonnenlichts erarbeitet.
- Ein Hautarzt berichtet innerhalb einer Unterrichtsreihe über das Hautkrebsrisiko bei UV-Einstahlung.
- Eine Schülerin oder ein Schüler aus dem sozialwissenschaftlichen Kurs berichtet in der Rolle einer Expertin/eines Experten über die Gesetzgebungsverfahren zum Naturschutz auf Bundes- und Landesebene.

Expertinnen/Experten und Einrichtungen außerhalb der Schule werden besucht, der Unterricht findet dort statt

- Bei der Bearbeitung von Umwelt- und Naturschutzproblemen vor Ort üben die Schülerinnen und Schüler sich Informationen zu beschaffen, sie zu sichten und zu bewerten. Sie lernen, mit Mitarbeitern unterschiedlicher Behörden, Einrichtungen und Interessenvertretern Kontakt aufzunehmen und deren Positionen zu analysieren, zu diskutieren und zu bewerten. Sie erkennen politische, wirtschaftliche und sozialwissenschaftliche Aspekte einer Fragestellung und haben die Gelegenheit, die Problematik in ihrer Ganzheitlichkeit zu erfassen.

Fächerverbindender Unterricht besteht in der themen- oder problembezogenen Kooperation zweier oder mehrerer Fächer, wenn es gilt, „quer liegende“ Themenstellungen unter verschiedenen Fachperspektiven und -kategorien zu betrachten und dabei mehr als nur die Summe von Teilen zu erkennen. Fächerverbindender Unterricht ist organisatorisch und planerisch aufwendig. Er kann in den Schwerpunkten eines Schulprofils (Fächerkopplungen) entwickelt werden. Da die Schülerinnen und Schüler in der gymnasialen Oberstufe an **einer** übergreifenden Veranstaltung teilnehmen sollen, müssen die Schulen, sofern sie keine Schulprofile (Fächerkopplungen) aufweisen, entsprechend langfristig planen.

Fächerverbindender Unterricht in der Biologie bezieht sich nicht allein auf die Verknüpfung von Inhalten aus der aktuellen Lebensumwelt und das Aufgreifen gegenwärtiger Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler, sondern es werden in einem solchen interdisziplinären Lernen auch die spezifischen Methoden einzelner Fächer und deren Aussagekraft vermittelt. Fächerverbindender Unterricht erfüllt somit in besonderer Weise die Kriterien wissenschaftspropädeutischen Arbeitens.

Schon bei der Planung eines Halbjahres ist es hilfreich, fächerverbindende Aspekte zu bedenken und Zeiträume für deren Realisierung einzuplanen. Dabei sind die Voraussetzungen der Lerngruppe zu berücksichtigen. Abstimmungsgespräche mit anderen Fachlehrerinnen oder Fachlehrern, bei denen Mitglieder der Lerngruppe Unterricht haben oder hatten, ist für einen ertragreichen Lernprozess unerlässlich (vgl. Kapitel 6.2).

Innerhalb des Zeitraumes, in dem fächerverbindender Unterricht stattfindet, können die Schülerinnen und Schüler in regelmäßigen Abständen zu Foren, Plenen, Praktika oder Projektphasen zusammenkommen.

Die zwangsläufig notwendige Überschreitung der Fachgrenzen fordert ein erweitertes Rollenverständnis von Lehrenden und Lernenden. Fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen lassen auch eine zeitweise Rollenverschiebung zwischen den Schülerinnen und Schülern und den Lehrerinnen und Lehrern zu, wobei Lehrende gemeinsam mit Schülerinnen und Schülern zu Lernenden werden können.

Die folgenden Punkte sind Anregungen und Beispiele für fächerverbindendes Arbeiten mit dem Fach Biologie.

Zwei oder mehr Fächer stimmen Inhalte und Methoden ab

Innerhalb der Naturwissenschaften verbinden die Fächer einige einheitliche Auffassungen von der Natur. Dieses gilt besonders für die affinen Fächer Biologie und Chemie. So werden viele biochemische Prozesse verständlich, wenn ein Grundverständnis von Molekülstrukturen und katalytischen Prozessen vorhanden ist. Durch Absprachen zwischen den Fächern über die einheitliche Handhabung bestimmter Denkmodelle der Chemie (Atombau, Bindungstheorien, räumliche Konformationen, Redoxsysteme etc.) und die Erarbeitung und den Einsatz von Methoden kann den Schülerinnen und Schülern im Biologieunterricht an vielfältigen Beispielen (z. B. Enzymatik, Aufbau von Biomembranen, Bau und Funktion der DNA, Untersuchungen zur Gewässergüte etc.) die Bedeutsamkeit dieser Denkmodelle und Methoden für die Biologie und Medizin veranschaulicht werden. Darüberhinaus ist das Experimentieren für beide Fächer eine besonders typische Arbeitsweise. Werden Absprachen darüber getroffen, dass diese Arbeitsweise einen ähnlichen Stellenwert im Erkenntnisprozess und damit im Unterrichtsverlauf bekommt und in der praktischen Durchführung ähnlich gehandhabt wird, dann trägt der Unterricht dazu bei, einige einheitliche Auffassungen von der Natur zu vermitteln, die die naturwissenschaftlichen Fächer verbinden.

Aber auch *zwischen der Biologie und aufgabenfeldübergreifenden Fächern* kann eine Abstimmung von Inhalten und Methoden sinnvoll sein. So sind für das Erschließen historischer Texte die Methoden der Textanalyse und der Quellenarbeit, die in den gesellschaftswissenschaftlichen Fächern gelernt werden, besonders wichtig.

Verschiedene Fächer arbeiten zeitgleich an einem gemeinsamen Thema

Dies kann bedeuten, dass sich die Schülerinnen und Schüler, die die entsprechenden Fächer belegt haben, mit einem Thema unter verschiedenen Aspekten be-

schäftigen oder dass parallele Kurse kooperieren (so wird z. B. auch zeitweises Team-Teaching möglich). Durch ein Zusammenführen der in den Fächern bearbeiteten Inhalte ergibt sich eine besondere Gelegenheit, das Thema umfangreicher zu erfassen. Das kann in Form einer Dokumentation oder einzelner gemeinsamer Projekte oder gemeinsamer Projektstage geschehen.

- Erfolgt z. B. die Erarbeitung von Gleichgewichtsreaktionen und der Reaktionsgeschwindigkeit in der Chemie zeitgleich mit der Einführung in die Enzymatik in der Biologie, so kann den Schülerinnen und Schülern ein vertieftes Verständnis der Biokatalyse vermittelt werden.
- Werden z. B. im Rahmen der Untersuchungen eines Gewässers die biologischen Parameter im Biologieunterricht (Saprobienindex) bestimmt, könnte zeitgleich die Darstellung der physikalisch-chemischen Parameter (O_2 -Gehalt nach Winkler, photometrische Bestimmung des Phosphat- und Nitratgehaltes) und die Erarbeitung deren Ermittlungsmethoden im Chemieunterricht erfolgen. In einer gemeinsamen Dokumentation werden die Ergebnisse zusammengeführt und somit wird erst ein umfassender Eindruck vom Zustand eines Gewässers möglich.
- Genetische und gentechnische Fragestellungen werfen rasch die Frage nach ethischer Verantwortbarkeit von technisch Machbarem auf. Während im Biologieunterricht die genetischen Grundlagen und die Technik der gentechnischen Methoden erarbeitet werden, befassen sich der Philosophie- und Religionsunterricht mit den Kennzeichen von moralischen Begründungen und einigen ethischen Stellungnahmen zu der zu untersuchenden Fragestellung. In Rollenspielen, Befragungen Betroffener, Podiumsdiskussionen, fingierten Enquetekommissionen und Parlamentsabstimmungen werden die Unterrichtsinhalte zusammengeführt. Die Schülerinnen und Schüler können hier wirklichkeitsnahe Entscheidungsprozesse durchspielen und den Zwang einer Entscheidung unter Unsicherheit erleben.
- Wird z. B. das Thema „Schöpfungsglaube und Evolutionstheorie“ im Philosophie- oder Religionsunterricht parallel zur modernen Evolutionstheorie im Biologieunterricht unterrichtet, wird eine mehrperspektivische Betrachtungsweise des Evolutionsgedankens möglich.
- Die im Erdkundeunterricht vorgenommenen Landschaftskartierungen ergeben zusammen mit vegetationskundlichen Aufnahmen und bodenkundlichen Untersuchungen eines Standortes ein umfassendes vollständiges geobotanisches Bild des untersuchten Geländes.

Oberstufen-Profilbildung durch Pflichtwahl

Eine weiter gehende Umstrukturierung der Organisation der gymnasialen Oberstufe ist die Oberstufen-Profilbildung mit Pflichtwahl. Innerhalb einer solchen Profilbildung ist es dann organisatorisch wesentlich einfacher ganzheitlich, problem- und projektorientiert zu arbeiten. Auch sind außerschulische Veranstaltungen, wie z. B. themenbezogene Exkursionen oder Studienfahrten viel leichter durchzuführen.

Das Unterrichtsthema oder die Unterrichtsthemen z. B. für ein Halbjahr oder einen Kursabschnitt wie z. B. Umwelt, Gewässergüte, nachhaltige Entwicklungen,

Wachstum, Ernährung und Gesundheit, Biotechnologie, Ethik der Gentechnik etc. werden gemeinsam konzipiert und im Rahmen des normal gefächerten Unterrichts fachspezifisch umgesetzt.

Im Rahmen eines Umweltprofils mit Schwerpunkt Biotechnologie wäre z. B. das Projektthema „Dieselkraftstoff aus Raps – Ökologie und Ökonomie“ denkbar. Hieran könnten die Fächer Biologie, Technik, Physik, Chemie, Erdkunde und Sozialwissenschaften beteiligt sein. Eine arbeitsteilige, fachspezifische ökologische und ökonomische Betrachtung und Bewertung der Vor- und Nachteile dieser neuen Technologie aus den Blickwinkeln verschiedener Fächer kann letztendlich nur in einem fächerverbindenden Projekt geleistet werden.

Zwischen den verschiedenen Fachkonferenzen müssen Absprachen zum Aufbau der Kurssequenzen durchgeführt werden, damit eine sinnvolle Kooperation möglich wird. Außerdem müssen die Leitlinien für das gemeinsame Arbeiten gemeinsam entwickelt werden. Eine gegenseitige Hospitation der beteiligten Fachlehrerinnen und Fachlehrer ist sinnvoll. Da die Schülerpopulationen in den Kursen identisch sind, lässt sich ein Thema vertiefend und arbeitsökonomisch sinnvoll erschließen. So entfallen z. B. Zeit raubende Wiederholungen oder Erarbeitungen chemischer Grundkenntnisse im Biologieunterricht bei einer Pflichtbindung der Fächer Biologie und Chemie. Auch haben Dokumentationen hier nicht hauptsächlich die Funktion die Arbeit der Fächer zusammenzuführen, sondern ein umfassendes Bild einer komplexen Fragestellung wiederzugeben.

Eine Form der Profilbildung ist die Fächerkopplung durch Kooperation zweier zwei-stündiger Grundkurse im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld (vgl. Kapitel 2.3).

Projektorientierter Unterricht ist anwendungsbezogen, kurzphasig, kompakt und produktorientiert. Er kann im Fach selbst oder fächerverbindend stattfinden.

Schwerpunktvorhaben eignen sich wegen ihres anwendungsbezogenen und handlungsorientierten Ansatzes im Biologieunterricht in besonderer Weise für projektorientierten Unterricht (vgl. Kapitel 2.3). Weitere Beispiele sind:

- Eine Beobachtung und Untersuchung einer Brachfläche im Hinblick auf deren Naturschutzwert.
- Befragung von Politikern, Behörden, Betrieben, Naturschutzverbänden, bürgernahen Interessensvertretungen zur Informationsbeschaffung und zur Ermittlung eines möglichen persönlichen oder politischen Handlungsbedarfs.
- Die Gestaltung einer Ausstellung, die Erstellung eines Zeitungsberichtes, einer Wandzeitung, ein Antrag an Behörden, eine Werbe- und Aufklärungskampagne z. B. zur Gentechnik oder Suchtproblematik für die Schulöffentlichkeit.
- Der Entwurf eines individuellen Ernährungsplans aufbauend auf den Kenntnissen der physiologischen Brennwerte der Nährstoffe und deren stoffwechselphysiologischer Verarbeitung.
- Das Reflektieren des eigenen Lernverhaltens mit Hilfe der Kenntnisse verschiedener Lernformen.

Fächerverbindender Projektunterricht findet in **übergreifenden Projektveranstaltungen** statt. Diese Veranstaltungsform soll den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit geben, erlernte Arbeitsmethoden aus unterschiedlichen Fachbereichen selbstständig auf ein komplexes Problem zu beziehen und ein Problem aus der Perspektive verschiedener Fächer zu sehen. Projektveranstaltungen bieten auch die Gelegenheit zur Teamarbeit. Diese Veranstaltungen sind unter bestimmten vorher festgelegten Leitfragen langfristig aus dem Fachunterricht heraus zu entwickeln. Die von den Schülerinnen und Schülern erbrachten Leistungen werden im Rahmen der „Sonstigen Mitarbeit“ beurteilt.

Da solche Projektveranstaltungen stufenspezifische Ziele verfolgen, sind sie im Hinblick auf Teilnehmerinnen und Teilnehmer in der Regel auf eine Jahrgangsstufe oder die gymnasiale Oberstufe zu beschränken.

Ein projektorientiertes Arbeiten verlangt stets eine Offenheit für eine von Lehrenden und Lernenden gemeinsame, auf die Schülerinteressen und aktuellen und lokalen Gegebenheiten abgestimmte Planung. Ein Projektthema sollte sowohl konkret definiert, bei einer fächerverbindenden Herangehensweise aber auch gleichzeitig so offen formuliert sein, dass möglichst viele, auch in ihrer Thematik „konträge“ Fächer beteiligt werden können. Andererseits ist es aber auch wichtig, die Komplexität des gemeinsamen exemplarischen Gegenstandes zu beschränken.

Konkrete Ideen für Projekte können sich ergeben

- durch Anregungen aus dem laufenden Biologieunterricht, so z. B. als Erweiterung eines Schwerpunktvorhabens
- auf Grund persönlicher Interessen der Schülerinnen und Schüler außerhalb von Schule als Anknüpfung an deren Alltagserfahrungen
- nach aktuellen schulinternen oder gesellschaftlich relevanten außerhalb der Schule liegenden Ereignissen bezogen auf Umwelt und Gesundheitserziehung
- auf der Basis von aktuellen oder schülernahen Themen aus den Medien.

Eine Möglichkeit fächerverbindend aus der Perspektive zweier oder mehrerer Fächer projektorientiert zu arbeiten, bieten z. B. folgende Themen:

„Was nutzt uns der tropische Regenwald?“ oder „Wie verbindlich ist das Klimabündnis?“ Eine zentrale Veranstaltung zu Anfang eines solchen kooperierenden Projektes kann in die Problematik einführen und Arbeitsschwerpunkte festlegen. Der Kursunterricht sollte in der Anlage bereits projektorientiert sein. In einer sich anschließenden für alle Kurse gemeinsamen Projektveranstaltung werden die im Fach erarbeiteten Kenntnisse und Positionen den Schülerinnen und Schülern der jeweils anderen Fachkurse vermittelt.

Das angestrebte Produkt des Projektes könnte eine gemeinsame Stellungnahme zum Problem, ein Empfehlungsschreiben an politische Entscheidungsträger, eine Ausstellung, ein Zeitungsartikel, eine Expertenbefragung oder eine eigene Homepage zur Dokumentation des Projektverlaufs und zum Informationsaustausch mit außerschulischen Organisationen sein.

Sollen Projekte über die Fachgrenzen hinaus für einen Jahrgang oder die ganze gymnasiale Oberstufe angeboten werden, so sind aus der Sicht der Biologie folgende Themen denkbar:

- Mikroorganismen – Gefahren oder Hilfen für den Menschen
- Allergien – eine aktuelle Geißel der Menschheit
- Die Luft, die wir atmen
- Bäume/Wald in Biologie, Mythologie, Bildender Kunst, Musik und Literatur.
- Naturverständnis in den Medien
- Aggression – der Mensch ein Raubtier?
- Manipulieren Düfte und Gerüche unser Leben?
- Angewandte Genetik und ihre gesellschaftlichen Konsequenzen.

3.2.4 Besondere Lern- und Arbeitsformen

3.2.4.1 Exkursion

Eine besondere Lern- und Arbeitsform am außerschulischen Lernort ist die Exkursion. Sie ermöglicht die direkte Begegnung mit Lebewesen in ihrer Umwelt und schärft das Bewusstsein für die Verantwortung des Menschen der Natur gegenüber und eröffnet damit Möglichkeiten für das Lernen im Kontext (Bereich II). Durch Freilandarbeit werden Einblicke in Tätigkeitsfelder der angewandten Biologie gewonnen, durch Unterricht in Zoologischen Gärten und Museen werden weitere Möglichkeiten biologischer Informationsbeschaffung eröffnet. Einblicke erhalten die Schülerinnen und Schüler in Aufgaben und Arbeitsweisen der wissenschaftlichen Forschung durch Besichtigungen von Forschungsinstitutionen. Weiterhin gewinnen sie durch den Besuch von Laboratorien und Firmen einen Eindruck von unterschiedlichen Tätigkeitsfeldern.

3.2.4.2 Praktikum

Eine weitere besondere Lern- und Arbeitsform im Biologieunterricht ist das Praktikum. Dabei spielen anwendungsbezogene Aspekte und damit auch die Nutzung natürlicher Lebensgrundlagen durch den Menschen und die damit verbundenen Konflikte eine entscheidende Rolle. Die Fachgrenzen der Biologie werden im Praktikum in vielfältiger Weise überschritten und allgemeine Kompetenzen gestärkt.

Der Teilnehmerkreis eines Praktikums kann sein:

- die gesamte Lerngruppe eines Kurses, wenn innerhalb des Unterrichts ein Schwerpunktvorhaben, ein Projekt oder eine themengebundene Studienfahrt als Praktikum gestaltet wird
- eine Teilgruppe oder einzelne Kursteilnehmerinnen oder Kursteilnehmer, wenn diese außerhalb des planmäßigen Unterrichtes langfristig praktische Untersuchungen durchführen.

Der zeitliche Umfang ist abhängig von der Art der Durchführung: Er kann sich von einer einwöchigen Untersuchung während einer Studienfahrt bis zu einer einjährigen umfangreichen Arbeit einer einzelnen Schülerin oder eines Schülers bewegen.

Der Lern- und Arbeitsort während eines Praktikums wird von Art und Umfang der Fragestellung bestimmt. Dabei sind schulische und außerschulische Arbeitsmöglichkeiten gleichermaßen zu berücksichtigen. Anzustreben ist die Kooperation mit biologisch oder umwelttechnologisch orientierten Betrieben und Einrichtungen so-

wie mit fachwissenschaftlichen Institutionen wie etwa bio- oder lebensmitteltechnologischen Betrieben, Saatzuchtbetrieben, Kläranlagen, Forstbetrieben, Landwirtschaftskammern, Landesanstalten, Genlabors und Hochschulen, aber auch mit zoologischen und botanischen Gärten sowie mit Fachmuseen. Außerdem ist im ökologisch orientierten Praktikum eine Zusammenarbeit mit Biologischen Stationen, Umweltzentren, Umweltämtern und Natur- und Umweltschutzverbänden empfehlenswert. Durch eine derartige Kooperation mit außerschulischen Partnern erhalten die Schülerinnen und Schüler Einblick in die Bedeutung biologischer Zusammenhänge in vielfältigen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Kontexten. Darüber hinaus haben sie Gelegenheit, einige naturwissenschaftliche Berufsbilder kennen zu lernen.

Raumbezogene praktische Untersuchungen sollten sich vorzugsweise auf das unmittelbare Schul- und Wohnumfeld der Schülerinnen und Schüler beziehen. Die Schulpartnerschaft mit ausländischen Schulen kann dazu genutzt werden, vergleichende Untersuchungen durchzuführen und deren Ergebnisse in einer gemeinsamen Dokumentation öffentlich zu machen. Derartige international angelegte Projekte bieten nicht nur die Möglichkeit, andersartige Untersuchungsräume kennen zu lernen, sondern fördern auch die fremdsprachliche Kompetenz und eröffnen Einblicke in die Arbeitsweise anderer Schulsysteme.

Die Leistung und der Lernerfolg der Praktikumsteilnehmerinnen und -teilnehmer kann je nach Art und Umfang des Praktikums in unterschiedlicher Weise bewertet werden:

- kleinere Einzeluntersuchungen oder anteilige Mitarbeit finden ihren Niederschlag im Bewertungsbereich der „Sonstigen Mitarbeit“ (vgl. Kapitel 4.3.2).
- umfangreichere Untersuchungen können in eine Facharbeit münden und damit als Klausurersatz bewertet werden (vgl. Kapitel 4.2.3).
- langfristig angelegte Arbeiten mit außergewöhnlichen Leistungen und herausragenden Ergebnissen können nicht nur zu entsprechenden Schülerinnen/Schüler-Fachwettbewerben angemeldet, sondern auch als besondere Lernleistung anerkannt und im Abiturbereich zusätzlich honoriert werden (vgl. Kap. 3.2.4.2).

Beispiele für ein biologisches Praktikum in der Schule sind:

Enzympraktikum: „Von der Biokatalyse zur großtechnischen Anwendung“

Die grundlegenden Prinzipien der Enzymatik werden anhand eigener Experimente erarbeitet und anschließend auf ein biotechnologisches Verfahren angewandt. Indem ein Modell eines Bioreaktors nachgebaut werden soll, sind die Schülerinnen und Schüler gefordert, Kenntnisse über technische Abläufe mit Kenntnissen über biologische Grundprinzipien sinnvoll zu verknüpfen. Durch das Konstruieren, Probieren und Zusammenfügen sind Kreativität und Problemlösefähigkeit sowie Teamfähigkeit gefordert.

Flechtenpraktikum: „Lebewesen als Bioindikatoren für die Luftgüte“

Eine Transektuntersuchung vom ländlich geprägten Außenbereich bis hin zum Stadtzentrum bedingt unterschiedliche praktische Arbeitsschritte mit unterschiedlichen Methoden: Einarbeitung in Artbestimmung und Lebensweise dieser symbiotischen Lebensformen sowie in die standardisierte Untersuchungsmethode, Durch-

führung der Kartierung, bioindikatorische Bewertung der Kartierungsergebnisse und Ableitung von Luftgüteindices, Entwicklung von Planungsvorschlägen im Rahmen der kommunalen Flächennutzungsplanung. Dieses Praktikum kann die Zusammenarbeit einerseits mit Fachinstitutionen, andererseits mit Fachämtern der Kommunalverwaltung fördern.

3.2.4.3 Besondere Lernleistung

Mit der besonderen Lernleistung sollen herausgehobene Leistungen, die Schülerinnen und Schüler zusätzlich erbracht haben, im Rahmen der für die Abiturprüfung vorgesehenen Punktzahlen auch zusätzlich honoriert werden. Es muss sich um eine herausragende Leistung handeln. Dies hat auch in Art und Umfang der Darstellung bzw. der Dokumentation seinen Niederschlag zu finden. Die Kultusministerkonferenz hat als äußerliche Anhaltspunkte für die Wertigkeit den Rahmen bzw. den Umfang eines mindestens zweisemestrigen Kurses – dieses entspricht dem Äquivalent von maximal 60 Punkten – genannt.

Eine besondere Lernleistung kann z. B. sein: Ein umfassender Beitrag aus einem von den Ländern geförderten Wettbewerb, es kann das Ergebnis eines über mindestens ein Jahr laufenden fachlichen oder fachübergreifenden Projektes sein. Es kann sich auch um eine größere Arbeit handeln, die sich aus dem Fachunterricht oder einem Praktikum ergeben hat. Die besondere Lernleistung muss in Qualität und Umfang eine Facharbeit deutlich überschreiten. Sie soll außer- und innerschulische Möglichkeiten außerhalb des Unterrichts erschließen, etwa in Feldarbeit und Experiment, in der Arbeit in Archiven oder Bibliotheken. Das Vorhaben soll eine klare Aufgabenstellung haben und eine nachvollziehbare Ausführungsebene besitzen (z. B. Produkt, Recherche, Versuch, Auswertung bzw. Reflexion).

Themenstellungen für besondere Lernleistungen könnten z. B. sein:

- Bestandsuntersuchung auf Brachflächen
- Untersuchungen zur Lärmproblematik
- Flechtenkartierung
- Modellexperiment zur Selbstreinigung eines Gewässers an einem mit Pepton belasteten Aquarium
- Untersuchungen zum Grußverhalten des Menschen
- Altersabhängigkeit des Gesichtsfeldes beim Menschen
- Beobachtungen des Verhaltens von Ameisen
- Biochemische Untersuchung der Eigenschaften verschiedener Getreidesorten
- Auswertung von Langzeitbeobachtung zur Zell- und Gewebekulturtechnik in einem Getreidezuchtbetrieb.

3.3 Grund- und Leistungskurse

Grund- und Leistungskurse tragen gleichermaßen dazu bei, das Ziel der Studierfähigkeit zu erreichen.

Grundkurse repräsentieren das Lernniveau der gymnasialen Oberstufe unter dem Aspekt einer grundlegenden wissenschaftspropädeutischen Ausbildung.

Sie sollen

- in grundlegende Fragestellungen, Sachverhalte, Problemkomplexe, Strukturen und Darstellungsformen eines Faches einführen
- wesentliche Arbeitsmethoden des Faches vermitteln, bewusst und erfahrbar machen
- Zusammenhänge im Fach und über dessen Grenzen hinaus in exemplarischer Form erkennbar werden lassen.

Leistungskurse repräsentieren das Lernniveau der gymnasialen Oberstufe unter dem Aspekt einer exemplarisch vertieften wissenschaftspropädeutischen Ausbildung.

Sie sind gerichtet

- auf eine systematische Beschäftigung mit wesentlichen, die Komplexität und den Aspektreichtum des Faches verdeutlichende Inhalte, Theorien und Modelle
- auf eine vertiefte Beherrschung der fachlichen Arbeitsmittel und -methoden, ihre selbstständige Anwendung und theoretische Reflexion
- auf eine reflektierte Standortbestimmung des Faches im Rahmen einer breit angelegten Allgemeinbildung und im fachübergreifenden Zusammenhang.

In ihnen wird durch ein reicheres Angebot von Beispielen eine breitere Basis für induktives Vorgehen geschaffen und damit eine Vertiefung der fachlichen Lerninhalte erreicht.

Beide Kursarten basieren unverzichtbar auf dem Grundkursunterricht der Jahrgangsstufe 11.

Sie müssen sich gemeinsam und gleichermaßen sowohl den Fragen nach einer fachübergreifenden Strukturierung wissenschaftlicher Erkenntnismöglichkeiten und Erkenntnisse als auch nach deren Auswahl und Anordnung im Rahmen der gymnasialen Oberstufe stellen und kommen damit den Forderungen nach einer stärkeren Zusammenarbeit der Schulfächer bei der Verwirklichung gemeinsamer Lernziele nach. Der Erfüllung dieser Aufgaben und der Vermittlung entsprechender aufgabenfeldspezifischer Lernziele dienen Grund- und Leistungskurse gemeinsam in gleicher Weise.

Gemeinsamkeiten und gleiche Gewichtung schließen aber auch hier Unterschiede in den Funktionen der beiden Kursarten nicht aus.

Für Leistungskurse gilt, dass im Rahmen spezifischer Inhalte eine vertiefende Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Methoden der Erkenntnisgewinnung erforderlich ist und daher in stärkerem Maße auch Kenntnisse von Inhalten und Fragestellungen der übrigen Fächer des Aufgabenfeldes notwendig sind.

In den Grundkursen wird diese Erkenntnisgewinnung weniger deutlich thematisiert, sondern eher immanent hergestellt.

Die graduellen Unterschiede zwischen Grund- und Leistungskursen sind folgendermaßen gekennzeichnet:

- Leistungskurse bieten die Möglichkeit, eine größere Vielfalt der Anwendungsbezüge des Faches Biologie aufzuzeigen, im Grundkursbereich kann davon dagegen nur eine exemplarische Auswahl vorgestellt werden.
- Der Umfang des zu bearbeitenden Methodenspektrums ist in Leistungskursen größer als in Grundkursen. Je nach experimentellem Umfang eines Schwerpunktvorhabens im Leistungskurs kann der vorgeschlagene zeitliche Rahmen dafür erweitert werden. Im Grundkurs wird es bei der Darstellung und Anwendung fachspezifischer Arbeitsmethoden in der Regel um fundamentale Methoden und Verfahrenstechniken gehen. Dabei wird man gelegentlich an Arbeitsformen anknüpfen können, die die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer bereits in anderen Kursen kennen gelernt haben. Die Schwerpunktvorhaben haben auch hier experimentelle Anteile, die jedoch in der Regel weniger umfangreich sein werden.
- In Leistungskursen soll eine Schülerin oder ein Schüler größere Sicherheit und Selbstständigkeit bei der Anwendung fachspezifischer Methoden erwerben und darüber hinaus mit umfassenderen Methoden vertraut gemacht werden. Das soll auch anhand komplexerer Gegenstände und Aufgaben geschehen. Dabei wird die Reflexion über die Anwendung und Aussagekraft einzelner Methoden eine ausschlaggebendere Rolle als im Grundkurs spielen. Beispielsweise kann die Bearbeitung der Problematik der Analyse des menschlichen Genoms auf der Grundlage der molekulargenetischen Verfahrenstechniken kritisch hinterfragt werden. Aus dem Bereich der Evolutionsbiologie kann am Beispiel der Verfahrenstechnik der Datierung mittels radioaktiver Isotope die zeitliche Zuordnung in makroevolutionäre Zusammenhänge reflektiert werden. Diese Fachmethoden können dazu dienen, Unterrichtsinhalte mit Anwendungs- und Verwertungsmöglichkeiten zu verknüpfen.
- Im Bereich der Grundkurse stellt die Förderung von Methoden und Formen des selbstständigen Arbeitens sowie die Eigenverantwortung der Schülerin/des Schülers ein wesentliches Lernziel dar. In Leistungskursen drückt sich die Selbstständigkeit der Schülerin oder des Schülers in einer stärkeren Selbststeuerung des Kursverlaufes durch den eigenverantwortlichen Umgang mit Inhalten, Methoden und Arbeitstechniken aus. Der Gang der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung wird z. B. durch die Planung und Durchführung von Experimenten, das Erstellen und Auswerten von statistischen Übersichten (Mathematisierung) und Literaturstudien auch fremdsprachlicher Texte nachvollzogen, sodass die Selbstständigkeit und Eigenverantwortung nicht zuletzt auch innerhalb einer Gruppe gefördert wird.

3.4 Sequenzbildung

Die Aufgabe der Jahrgangsstufe 11 in ihrer allgemeinen Funktion ist im Kapitel 4 der Richtlinien beschrieben.

Die Schülerinnen und Schüler belegen in der Jahrgangsstufe 11 in der Regel durchgehend 10 bis 11 Grundkurse (30 bis 33 Wochenstunden).

Der Unterricht folgt für die Jahrgangsstufen 11 bis 13 insgesamt einem Sequentialitätsprinzip. Die Jahrgangsstufe 11 muss die wissenschaftspropädeutische Vorbereitung für die Qualifikationsphase inhaltlich und methodisch übernehmen, d. h. hier muss gesorgt werden für:

- eine breite fachliche Grundlegung
- eine systematische Methodenschulung in fachlicher, fachübergreifender und kooperativer Hinsicht
- Einblicke in die Anforderungen von Leistungskursen
- Angebote zur Angleichung der Kenntnisse.

Die **Fachkonferenz** legt die Sequenz fest. Daraus ergibt sich die Abfolge der Leitthemen bzw. der Themenfelder. Dabei beachtet sie die gleichwertige Behandlung der Leitthemen der Qualifikationsphase und gewährleistet die Einhaltung der APO-GOST. Ferner vereinbart die Fachkonferenz die Rahmenvorgaben für die Ausgestaltung der Schwerpunktvorhaben (vgl. Kapitel 6.1).

Weiterhin sind die Vorgaben in Kapitel 2.3 zu berücksichtigen.

Bei einer Verlagerung von Teilen der obligatorischen Inhalte aus der Jahrgangsstufe 11 in einen Themenbereich aus der Qualifikationsphase und umgekehrt muss diese neue Zuordnung durch die Fachkonferenz Biologie verbindlich beschlossen werden.

Möglichkeiten für individuelle besondere Lernleistungen, fachübergreifende Projekte und ihre stimmige Einordnung in das Schulprogramm sollen bei der Sequenzbildung berücksichtigt werden. Hieraus ergeben sich auch Abstimmungsnotwendigkeiten für kooperierende Schulen.

Durch die Orientierung an den ausgewiesenen obligatorischen Inhalten wird die Ausgewogenheit und Vergleichbarkeit erreicht, die eine notwendige Voraussetzung für die Qualifikation darstellen.

Die Wahl und die inhaltliche Ausgestaltung eines Schwerpunktvorhabens ist in die Verantwortung der unterrichtenden Fachlehrerinnen und Fachlehrer gestellt, erforderliche Absprachen zwischen parallelen Kursen treffen die beteiligten Fachlehrerinnen und Fachlehrer.

Das Thema „Physiologie: Struktur-Funktion-Wechselwirkung“ ist einheitlich der Jahrgangsstufe 11 zugeordnet. Da die Bearbeitung evolutionsbiologischer Inhalte die Synthese unterschiedlicher Teildisziplinen verlangt, ist die Zuordnung dieses Leitthemas in die Jahrgangsstufe 13 sinnvoll. Verhaltensbiologische Problemstellungen haben in der neueren fachwissenschaftlichen Betrachtung eine starke Verschränkung mit Evolutionsbiologie und Ökologie erfahren, sodass auch im Biologieunterricht durch die Abfolge der Themenfelder dieser Entwicklung Rechnung getragen werden sollte. Insgesamt sollte bei der Planung der Unterrichtssequenz auf die Kriterien für die Auswahl von Unterrichtsinhalten (vgl. Kapitel 3.2.1) geachtet werden.

Die genetischen und entwicklungsbiologischen Fachinhalte sollten in ein strukturiertes Gesamtkonzept, das ebenfalls die neueren Entwicklungen des Fachgebietes

tes berücksichtigt, eingebunden sein. In der Jahrgangsstufe 12 ist dieser Ansatz gut umsetzbar, da vielfältige Bezüge zwischen biologischen Fachdisziplinen erkennbar sind. Die Unterrichtung verhaltensbiologischer Fragestellungen zusammen mit der Informationsverarbeitung kann den genetischen Inhalten voran- oder auch nachgestellt werden, je nach der Einordnung in den biologischen Gesamtzusammenhang.

Insgesamt ergeben sich mehrere Anordnungsmöglichkeiten der obligatorischen Themenfelder. Beispiele für mögliche Sequenzen in der gymnasialen Oberstufe sind in den folgenden Tabellen wiedergegeben.

Die Beispiele 1 und 2 verdeutlichen die Anordnung von Schwerpunktvorhaben innerhalb der Sequenz. Beispiel 3 verdeutlicht Abstimmungen mit dem Fach Chemie, um unterschiedliche Kooperationsformen zu ermöglichen.

Unterrichtssequenz für die Jahrgangsstufen 11 bis 13: *Beispiel 1*

Themenfelder (Fachinhalte, Anwendungen, Methoden)	Schwerpunktvorhaben
<p>Jahrgangsstufe 11</p> <p>Physiologie: Struktur – Funktion – Wechselwirkung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelle – Gewebe – Organismus • Molekulare Grundlagen, Kompartimentierung, Transport • Biokatalyse • Betriebsstoffwechsel und Energieumsatz ▲ • Nutzung der Lichtenergie zum Stoffaufbau ▲ <p>Qualifikationsphase</p> <p>Genetische und entwicklungsbiologische Grundlagen von Lebensprozessen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortpflanzung und Keimesentwicklung • Molekulare Grundlagen der Vererbung und Entwicklungssteuerung • Aspekte der Cytogenetik mit humanbiologischem Bezug • Angewandte Genetik <p>Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umweltfaktoren, ökologische Nische – Untersuchungen in einem Lebensraum • Wechselbeziehungen, Populationsdynamik • Verflechtungen in Lebensgemeinschaften • Nachhaltige Nutzung und Erhaltung von Ökosystemen <p>Evolution der Vielfalt des Lebens in Struktur und Verhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen evolutiver Veränderung • Verhalten, Fitness und Anpassung • Art und Artbildung • Evolutionshinweise und Evolutionstheorie • Transspezifische Evolution der Primaten <p>Steuerungs- und Regulationsmechanismen im Organismus – Beispiel Neuronale Informationsverarbeitung, Sinne und Wahrnehmung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Molekulare und cytologische Grundlagen • Neuronale Verschaltungen und Sinne • Wahrnehmung, Gedächtnis, Bewusstsein 	<ul style="list-style-type: none"> → Holz – ein vielseitiger Rohstoff → Sport – biologisch betrachtet → DNA-Reparatur – ein Selbstschutz der Zelle → Naturnaher Waldbau – Investition für die Zukunft → Trends in der Primatenevolution → Pharmaka – Nutzen und Risiken

Unterrichtssequenz für die Jahrgangsstufen 11 bis 13: *Beispiel 2*

Themenfelder (Fachinhalte, Anwendungen, Methoden)	Schwerpunktvorhaben
<p>Jahrgangsstufe 11</p> <p>Physiologie: Struktur – Funktion – Wechselwirkung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelle – Gewebe – Organismus • Molekulare Grundlagen, Kompartimentierung, Transport • Biokatalyse • Betriebsstoffwechsel und Energieumsatz ▲ • Nutzung der Lichtenergie zum Stoffaufbau ▲ <p>Qualifikationsphase</p> <p>Steuerungs- und Regulationsmechanismen im Organismus – Wahlbeispiel Bewegung (molekularer Mechanismus, Energetik und Koordination)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Molekulare und cytologische Grundlagen • Koordination von Nervensystem und Effektor • Zusammenspiel von Nervensystem, Muskelsystem und Stoffwechsel <p>Genetische und entwicklungsbiologische Grundlagen von Lebensprozessen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortpflanzung und Keimesentwicklung • Molekulare Grundlagen der Vererbung und Entwicklungssteuerung • Aspekte der Cytogenetik mit humanbiologischem Bezug • Angewandte Genetik <p>Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umweltfaktoren, ökologische Nische – Untersuchungen in einem Lebensraum • Wechselbeziehungen, Populationsdynamik • Verflechtungen in Lebensgemeinschaften • Nachhaltige Nutzung und Erhaltung von Ökosystemen <p>Evolution der Vielfalt des Lebens in Struktur und Verhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen evolutiver Veränderung • Verhalten, Fitness und Anpassung • Art und Artbildung • Evolutionshinweise und Evolutionstheorie • Transspezifische Evolution der Primaten 	<ul style="list-style-type: none"> → Hefe – Helfer bei biotechnologischen Prozessen → Farbigkeit in der Pflanzenwelt → Herz – Motor des Kreislaufes → Züchtungsmethoden im Wandel → Der Stadtteich – Lebensraum und Freizeitbereich → Vögel – Nachfahren der Saurier

Unterrichtssequenz für die Jahrgangsstufen 11 bis 13: *Beispiel 3*

Biologie	Chemie
<p>Jahrgangsstufe 11</p> <p>Physiologie: Struktur – Funktion – Wechselwirkung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zelle – Gewebe – Organismus • Molekulare Grundlagen, Kompartimentierung, Transport • Biokatalyse • Betriebsstoffwechsel und Energieumsatz ▲ <p>Steuerungs- und Regulationsmechanismen im Organismus – Wahlbeispiel Bewegung (molekularer Mechanismus, Energetik und Koordination)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Molekulare und cytologische Grundlagen • Koordination von Nervensystem und Effektor • Zusammenspiel von Nervensystem, Muskelsystem und Stoffwechsel 	<p>Stoffkreislauf in Natur und Umwelt Kohlendioxid, Carbonat-Kreislauf</p> <p>Reaktionsfolge aus der organischen Chemie (alternativ) Vom Alkohol zum Aromastoff Das chemische Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz, Katalyse</p> <p>Ein technischer Prozess Ammoniaksynthese</p> <p>Reaktionsfolge aus der organischen Chemie (alternativ) Vom Traubensaft zum Essig</p>
<p>Jahrgangsstufe 12</p> <p>Genetische und entwicklungsbiologische Grundlagen von Lebensprozessen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortpflanzung und Keimesentwicklung • Molekulare Grundlagen der Vererbung und Entwicklungssteuerung • Aspekte der Cytogenetik Genetik mit humanbiologischem Bezug • Angewandte Genetik <p>Physiologie: Struktur – Funktion – Wechselwirkung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nutzung der Lichtenergie zum Stoffaufbau ▲ 	<p>Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie</p> <p>Reaktionswege zur Herstellung von Stoffen in der organischen Chemie</p>

Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung

- Nachhaltige Nutzung und Erhaltung von Ökosystemen
- Umweltfaktoren, ökologische Nische – Untersuchungen in einem Lebensraum

Jahrgangsstufe 13

- Wechselbeziehungen, Populationsdynamik

- Verflechtungen in Lebensgemeinschaften

Evolution der Vielfalt des Lebens in Struktur und Verhalten

- Grundlagen evolutiver Veränderung
- Verhalten, Fitness und Anpassung
- Art und Artbildung
- Evolutionshinweise und Evolutionstheorie
- Transspezifische Evolution der Primaten

Analytische Verfahren zur Konzentrationsbestimmung

**Theoriekonzept:
Makromolekülkonzept –
Strukturprinzip vieler Natur-
und Kunststoffe**

3.5 Mädchen und Jungen im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Unterricht

Die Verbesserung der Chancengleichheit von Mädchen im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Unterricht ist Teil eines größeren Problemzusammenhangs. Im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Unterricht besteht die Gefahr, dass Lehrerinnen und Lehrer ihre Aufmerksamkeit verstärkt den Jungen zuwenden, diese stärker als Individuen ansprechen und ihnen Gelegenheit geben, ihre technisch bestimmten Vorkenntnisse und Interessen im Unterricht zur Geltung zu bringen. Umgekehrt fallen Mädchen wie Jungen im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Unterricht häufig besonders bereitwillig in geschlechtsstereotype Verhaltensweisen zurück. So werden Mädchen oft mögliche Zugänge zu naturwissenschaftlich-technischen Unterrichtsfächern erschwert. Sie werden nicht selten demotiviert, erhalten weniger Leistungsanreize und bestätigen dann scheinbar das eigene und das Vorurteil anderer, als Mädchen für solche Fächer nicht begabt zu sein. Vor diesem Hintergrund muss das Prinzip der Koedukation reflektiert werden. Der mathematisch-naturwissenschaftlich-technische Unterricht soll:

- die spezifischen Interessen und Fähigkeiten der Mädchen berücksichtigen und zum Zuge kommen lassen,
- fehlende vor- und außerschulische Erfahrungen von Schülerinnen und Schülern ausgleichen,
- ein erweitertes Selbstbild bei Mädchen aufbauen helfen,
- zum Abbau von Geschlechtsstereotypen bei Lehrerinnen und Lehrern beitragen.

Dazu ist die didaktische Struktur der Lehrpläne besonders geeignet. Dem „Lernen in Kontexten“ und den „Methoden und Formen des selbstständigen Arbeitens“ werden eine größere Bedeutung als in der Vergangenheit zugemessen. Indem das Lernen in Kontexten und die neu akzentuierten Arbeitsformen bewusst auch die spezifischen Arbeits-, Denk- und Frageansätze der Mädchen berücksichtigen, kann erwartet werden, dass ihnen mit den nun vorliegenden Richtlinien und Lehrplänen der gymnasialen Oberstufe neue Zugangsmöglichkeiten zum mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bereich eröffnet werden. Hierdurch wird auch ein Beitrag zur Verbesserung der Chancengleichheit von Mädchen im Bildungsbereich Mathematik, Naturwissenschaften und Technik geleistet.

Auch wenn sich im Rahmen einer reflexiven Koedukation eine zeitweise Trennung der Geschlechter in bestimmten Fächern bzw. Kursen als förderlich für Mädchen bzw. Jungen erweisen kann, soll die Koedukation nicht aufgehoben werden. Schulen sollen hingegen selbst entscheiden können, ob und bei welchen Gelegenheiten Mädchen und Jungen zeitweise getrennt unterrichtet und wieder zusammengeführt werden.

4 Lernerfolgsüberprüfungen

4.1 Grundsätze

Die Grundsätze der Leistungsbewertung ergeben sich aus den entsprechenden Bestimmungen der Allgemeinen Schulordnung (§§ 21 bis 23). Für das Verfahren der Leistungsbewertung gelten die §§ 13 bis 17 der Verordnung über den Bildungsgang und die Abiturprüfung in der gymnasialen Oberstufe (APO-GOST).

Die Leistungsbewertung ist Grundlage für die weitere Förderung der Schülerinnen und Schüler, für ihre Beratung und die Beratung der Erziehungsberechtigten sowie für Schullaufbahnentscheidungen.

Folgende Grundsätze der Leistungsbewertung sind festzuhalten:

- Leistungsbewertungen sind ein kontinuierlicher Prozess. Bewertet werden alle von Schülerinnen und Schülern im Zusammenhang mit dem Unterricht erbrachten Leistungen (vgl. Kapitel 4.2 und 4.3).
- Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Unterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Die Unterrichtsziele, -gegenstände und die methodischen Verfahren, die von den Schülerinnen und Schülern erreicht bzw. beherrscht werden sollen, sind in den Kapiteln 1 bis 3 dargestellt.

Leistungsbewertung setzt voraus, dass die Schülerinnen und Schüler im Unterricht Gelegenheit hatten, die entsprechenden Anforderungen in Umfang und Anspruch kennen zu lernen und sich auf diese vorzubereiten. Die Lehrerin bzw. der Lehrer muss ihnen hinreichend Gelegenheit geben, die geforderten Leistungen auch zu erbringen.

- Bewertet werden der Umfang der Kenntnisse, die methodische Selbstständigkeit in ihrer Anwendung sowie die sachgemäße schriftliche und mündliche Darstellung. Bei der schriftlichen und mündlichen Darstellung ist in allen Fächern auf sachliche und sprachliche Richtigkeit, auf fachsprachliche Korrektheit, auf gedankliche Klarheit und auf eine der Aufgabenstellung angemessene Ausdrucksweise zu achten. Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit in der deutschen Sprache werden nach § 13 (6) APO-GOST bewertet.
Bei Gruppenarbeiten muss die jeweils individuelle Schülerleistung bewertbar sein.
- Die Bewertung ihrer Leistungen muss den Schülerinnen und Schülern auch im Vergleich mit den Mitschülerinnen und Mitschülern transparent sein.
- Im Sinne der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung sollen die Fachlehrerinnen und Fachlehrer ihre Bewertungsmaßstäbe untereinander offen legen, exemplarisch korrigierte Arbeiten besprechen und gemeinsam abgestimmte Klausur- und Abituraufgaben stellen.
- Die Anforderungen orientieren sich an den im Kapitel 5 genannten Anforderungsbereichen.

4.2 Beurteilungsbereich „Klausuren“

4.2.1 Allgemeine Hinweise

Klausuren dienen der schriftlichen Überprüfung der Lernergebnisse in einem Kursabschnitt. Klausuren sollen darüber Aufschluss geben, inwieweit im laufenden Kursabschnitt gesetzte Ziele erreicht worden sind. Sie bereiten auf die komplexen Anforderungen in der Abiturprüfung vor.

Wird statt einer Klausur eine Facharbeit geschrieben, wird die Note für die Facharbeit wie eine Klausurnote gewertet (vgl. APO-GOST §14 (3)).

In der Jahrgangsstufe 12 wird nach Festsetzung durch die Schule eine Klausur durch eine Facharbeit ersetzt.

Zahl und Dauer der in der gymnasialen Oberstufe zu schreibenden Klausuren gehen aus der APO-GOST hervor.

4.2.2 Fachspezifische Hinweise zu Aufgabenstellung, Korrektur und Bewertung von Klausuren

Aufgabenstellung

Klausuren müssen so angelegt sein, dass die Schülerinnen und Schüler inhalts- und methoden- und ggf. anwendungsbezogene Kenntnisse und Fähigkeiten nachweisen können, die sie im Kursabschnitt erworben oder erweitert haben (im Sinne der Bereiche I bis III in Kapitel 2).

Die Aufgabenarten für Klausuren sind grundsätzlich die gleichen wie im schriftlichen Abitur (vgl. Kapitel 5.3).

- Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt (z. B. Naturobjekte, Präparate, Abbildungen, Filme, Texte, Zitate, die zu problemorientiertem Arbeiten auffordern, Tabellen, Messreihen, Grafiken)
- Bearbeiten eines Demonstrationsexperimentes
- Durchführung und Bearbeitung eines Schülerexperimentes, unter der Voraussetzung, dass für alle Schülerinnen und Schüler gleiche Arbeitsbedingungen sichergestellt sind.

Mischformen der genannten Aufgabenarten sind möglich.

Die Aufgaben müssen materialgebunden sein oder sie können sich auf ein Experiment, das demonstriert oder von den Schülerinnen und Schülern im Rahmen der Klausur selbst durchgeführt wird, beziehen.

Aufsatzartige Aufgaben ohne Material oder Experiment sind nicht zulässig. Auch entspricht es nicht den Anforderungen, wenn das Material fast ausschließlich Grundlage für reproduktive Leistungen ist.

Das Aufgabenmaterial muss so gestaltet sein, dass es eine Auseinandersetzung mit einer ganzheitlichen Problemstellung zulässt, wobei bei fachübergreifende Fra-

gestellungen biologische Probleme immer zentraler Bestandteil sein müssen (vgl. auch Kapitel 5.3). Versuchsbeschreibungen, Experimentalergebnisse, Grafiken, Diagramme, fachbezogene kurze Texte und Abbildungen etc. können solche Materialien sein. Sie müssen den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, die Stufen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung schrittweise zu durchlaufen und sie angemessen darzustellen.

Bei Experimentalarbeiten ist besonders darauf zu achten, dass die Experimente gelingen. Gegebenenfalls sind entsprechende Präparate oder Darstellungen von Ergebnissen bereit zu halten. Auf die Einhaltung der **„Richtlinien zur Sicherheit im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht an allgemein bildenden Schulen“** ist zu achten. Den Schülerinnen und Schülern muss genügend Zeit für die Durchführung der Experimente zur Verfügung gestellt werden. Eine Verlängerung der Arbeitszeit um maximal 30 Minuten ist möglich.

Die Art der Aufgabenstellung muss aus dem Unterricht erwachsen, das Arbeitsmaterial/ Experiment muss hingegen unbekannt sein. Abbildungen und Textstellen aus den eingeführten Lernmitteln sind dazu in der Regel nicht geeignet.

Die Aufgabenstellung sollte nach steigender Komplexität in Teilaufgaben gegliedert sein. Die Untergliederung darf jedoch nicht zu kleinschrittig erfolgen. In der Regel sind im Grundkurs 3 Teilaufgaben, im Leistungskurs je nach Komplexitätsgrad 3 bis 5 Teilaufgaben angemessen. Alle Teilaufgaben müssen einen Materialbezug aufweisen, wobei es sinnvoll ist, in der ersten Teilaufgabe den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zu eröffnen, im Rahmen des Anforderungsbereichs I Grundlagen darzustellen. Insgesamt müssen die drei Anforderungsbereiche entsprechend Kapitel 5 repräsentiert sein.

Es ist darauf zu achten, dass die Abituranforderungen schrittweise im Laufe der Oberstufe erreicht werden.

Im Fach Biologie lernen die Schülerinnen und Schüler Klausuren in der Regel erstmalig in der Oberstufe kennen. Dieser Situation ist bei der Planung und Durchführung des Unterrichts und bei der Konzeption von Klausuren Rechnung zu tragen. Die einführenden Klausuren in der Jahrgangsstufe 11 sollen gegenüber den nachfolgenden gekennzeichnet sein durch:

- formale und arbeitstechnische Vorbereitung der Klausur im Unterricht
- stärkere Anleitung der Schülerinnen und Schüler zu selbstständiger Vorbereitung auf die Klausur (Aufzeichnungen, Protokolle, Arbeitsblätter, Lehrbuch)
- enger begrenztes Stoffgebiet
- weniger komplexes und durch die Darstellungsweise leichter zugängliches Arbeitsmaterial
- stärkere Untergliederung des Problemfeldes in der Aufgabenstellung
- differenziertere Angabe von notwendigen Arbeitsschritten.

Korrektur

Die Korrektur von Klausuren soll der einzelnen Schülerin und dem einzelnen Schüler Fehler, Mängel und Vorzüge aufzeigen und die Bewertung im Einzelnen

transparent machen. Sie bietet ihnen damit Hilfen für ihre künftige Arbeit. Darüber hinaus liefert sie eine Entscheidungsgrundlage für die Bewertung und eine Einsicht in den Unterrichtserfolg.

Deshalb müssen Fehler und Mängel im Text unterstrichen und am Rand gekennzeichnet werden.

Kennzeichen können sein:

- Korrekturzeichen
- Fehlerzeichen
- Randbemerkungen.

Korrekturzeichen kennzeichnen Mängel der Klausur in sachlich-inhaltlicher und sprachlicher Art. Für Fehler in der sachlichen Aussage werden folgende Korrekturzeichen verwendet:

Sa sachlicher Fehler

z. B. falsche oder fehlende Sachaussage, unzureichende Ausschöpfung des Materials, falsch zitiert

D Denkfehler

z. B. falscher Zusammenhang, falsche Schlussfolgerungen, lückenhafter Begründungszusammenhang, Widerspruch

Bei der Bewertung schriftlicher Arbeiten sind Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit in der deutschen Sprache und gegen die äußere Form angemessen zu berücksichtigen und ebenfalls mit Korrekturzeichen zu kennzeichnen. Gehäufte Verstöße führen zur Absenkung der Leistungsbewertung um bis zu einer Notenstufe (3 Punkte) (APO-GOST § 13 (6)).

Fehlerzeichen ergänzen die Korrekturzeichen. Durch sie wird gekennzeichnet, mit welchem Gewicht ein Mangel in die Bewertung der Klausur eingegangen ist. Es ist hierbei zwischen dem Zeichen für leichte Fehler „-“, mittlere Fehler „|“ und schwere Fehler „+“ zu unterscheiden.

Randbemerkungen sollen in sachlicher Form Hinweise, Anregungen und Erläuterungen geben, sie können auch verwendet werden, um Korrektur und Fehlerzeichen zu erläutern. Bei intensiver Anwendung können sie ein abschließendes Gutachten ergänzen, aber nicht ersetzen, da sie nicht ausreichen, den Schülerinnen und Schülern Bewertungsgrundlagen für die Klausurnote kenntlich zu machen.

Die Korrektur mündet in eine **Begründung der Note**, die von 11/I an für jede Klausur erforderlich ist. Dazu werden die positiven und negativen Anteile der Arbeit knapp dargestellt und gegeneinander abgewogen. Darüber hinaus werden den Schülerinnen und Schülern Informationen über Lernerfolg und Lerndefizite gegeben.

Bewertung

Die Bewertung einer Klausur setzt sich in der Regel aus den Beurteilungen von Teilleistungen zusammen. Die Bewertung der Leistungen richtet sich nach den ge-

stellten Anforderungen und nach der Art der Bearbeitung durch die Schülerinnen und Schüler.

Die Art der Bearbeitung lässt sich nach Qualität, Quantität und Darstellungsvermögen beschreiben. Die Kriterien für die Bewertung einer Klausur sind im Detail unter Bewertung der schriftlichen Prüfungsleistungen im Abitur in Kapitel 5.3.3 aufgeführt.

4.2.3 Aufgabenstellung, formale Gestaltung, Korrektur und Bewertung von Facharbeiten

Die methodischen Anforderungen an eine Facharbeit sind im Fachunterricht vorbereitet und werden unter Umständen nach Absprache in der Schule vom Fach Deutsch begleitet. Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten das Thema der Arbeit selbstständig und fassen sie im vorgesehenen Umfang und in der entsprechenden Form ab.

Aufgabenstellung und formale Gestaltung

Die Formulierung des konkreten Themas einer Facharbeit erfolgt durch die Kurslehrerin/den Kurslehrer nach einem Beratungsgespräch mit der Schülerin/dem Schüler. Weitere Hinweise zur Aufgabenstellung finden sich in Kapitel 3.2.2. Die Aufgabenstellung muss der Schülerin/dem Schüler die Möglichkeit eröffnen, auf der Grundlage von Sach- und Methodenkenntnissen eigenständige Ergebnisse erreichen zu können.

Eine experimentelle Facharbeit, die aus dem Biologieunterricht erwachsen ist (vgl. Kapitel 3.2.3), folgt in ihrer formalen Abfassung in wesentlichen Zügen einem Versuchsprotokoll.

Die Arbeit soll maschinenschriftlich abgefasst werden. Die Nutzung eines Rechners ist den Schülerinnen und Schülern auch aus Gründen der Einübung in die Informations- und Kommunikationstechnologien zu empfehlen, ggf. auch zu ermöglichen.

Der Umfang des fortlaufenden Textteils sollte 8 bis 12 DIN A 4-Seiten, 1½zeilig und mit normalem Seitenspiegel und Schriftgrad 12 geschrieben, nicht unter- und nicht überschreiten.

Korrektur und Bewertung

Da eine Facharbeit eine Klausur ersetzen kann, muss sie dem Niveau einer Klausur entsprechen. Dementsprechend haben die Vorgaben zur Klausurkorrektur und Bewertung Gültigkeit. Grundlage für die Korrektur ist die Sicherheit in der Anwendung der Fachkenntnisse, das Einbringen von Begründungszusammenhängen, die Methodendiskussion und die kritische Reflexion der Problemstellung.

Die Bewertung einer Facharbeit erfolgt innerhalb eines Schulhalbjahres. Die Bewertungskriterien sind den Schülerinnen und Schülern vor Arbeitsbeginn vorzustellen. Eine Arbeit wird beurteilt nach den angegebenen Kriterien sowie der Übersichtlichkeit, Gliederung und sprachlichen Darstellungsweise und nach der Kreativität.

tät gefundener Lösungswege. Darüber hinaus gehen die Nutzung der Fachsprache, die biologiespezifische Methodenwahl in Verbindung mit entsprechendem Methodenbewusstsein in die Bewertung ein. Insgesamt ergibt sich die Leistungsbeurteilung vor dem Hintergrund der Anforderungsbereiche im Zusammenhang mit den drei Bereichen des Faches.

Bei Gruppenarbeiten ist eine wesentliche Grundlage für die Bewertung der individuellen Leistung der Arbeitsprozessbericht. Er verdeutlicht den Einzelanteil der Gruppenmitglieder an der Arbeit und gibt Auskunft zur Nutzung weiterer Quellen an, z. B. Lösungshilfen und Informationen durch außerschulische Institutionen.

Die Fachlehrerin oder der Fachlehrer korrigiert die Facharbeit vor dem Ende des jeweiligen Halbjahres, bewertet sie mit einem kurzen Gutachten, erteilt eine Leistungsnote und gibt die Arbeit zurück.

4.3 Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“

4.3.1 Allgemeine Hinweise

Dem Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“ kommt der gleiche Stellenwert zu wie dem Beurteilungsbereich Klausuren. Im Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“ sind alle Leistungen zu werten, die eine Schülerin bzw. ein Schüler im Zusammenhang mit dem Unterricht mit Ausnahme der Klausuren und der Facharbeit erbringt. Dazu gehören:

- Beiträge zum Unterrichtsgespräch
- Hausaufgaben
- Referate
- Protokolle
- schriftliche Übungen
- Mitarbeit in Projekten
- Beiträge zu Untersuchungen und Experimenten
- sonstige Präsentationsleistungen
- Arbeitsbeiträge, die im Kapitel 3.2.2 beschrieben sind.

Die Schülerinnen und Schüler sollen im Bereich der Sonstigen Mitarbeit auf die mündliche Abiturprüfung und deren Anforderungen vorbereitet werden.

Die folgenden Abschnitte beschreiben die angegebenen Formen und zeigen deren Bedeutung im Rahmen kontinuierlicher Lernerfolgsüberprüfungen auf.

4.3.2 Anforderungen und Kriterien zur Beurteilung der Leistungen im Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“

4.3.2.1 Beiträge zum Unterrichtsgespräch

Bewertungen von mündlichen Schülerleistung sollten nicht punktuell, sondern nach Beobachtung über einen längeren Zeitraum erfolgen. Folgende Kriterien sollten Grundlagen dieser Bewertung sein:

- Wiedergabe von biologischem Basiswissen, Reorganisation von bekannten Inhalten, Ergebnissen und Methoden und Transferleistungen
- Darstellung des sachlogischen Zusammenhanges und dessen Problemerkfassung
- Finden und Begründen von Lösungsvorschlägen
- Aufgreifen von Fremdbeiträgen
- sachliches Argumentieren
- Gebrauch der Fachsprache und sprachliche Verständlichkeit.

4.3.2.2 Hausaufgaben

Hausaufgaben ergänzen die Arbeit im Unterricht. Sie dienen zur Festigung und Sicherung des im Unterricht Erarbeiteten sowie zur Vorbereitung des Unterrichtes. Sie sollen zur selbstständigen Arbeit hinführen. Es entspricht dem Ziel des Unterrichts, der die Selbstständigkeit entwickeln und fördern soll, dass die Schülerinnen und Schüler im Rahmen einer vorbereiteten Aufgabenplanung auch im größeren Umfang Unterrichtsvorbereitungen leisten (z. B. durch inhaltliche Vorbereitung in Bibliotheken, durch Bereitstellung von Hintergrundwissen, durch Lektüren), um den Unterricht selbst auf wesentliche Problemfragen und -lösungen konzentrieren zu können.

Darüberhinaus eignen sich schriftliche oder praktisch ausgelegte Hausaufgaben gut, methodische Fertigkeiten einzuüben und nachzuweisen.

Im Biologieunterricht können Hausaufgaben z. B. umfassen:

- Anfertigung eines Versuchsprotokolls
- grafische Aufbereitung von Messergebnissen
- Auswertung eines Parallelbeispiels zur Vertiefung
- vorbereitende Wiederholung zur Bereitstellung früher besprochener Fachinhalte und Sachzusammenhänge
- vorbereitende Erarbeitung einer speziellen Untersuchungstechnik anhand der Literatur
- Erschließung eines fremdsprachlichen fachwissenschaftlichen Originaltextes
- Sammeln von speziellen feldbiologischen Daten.

Hausaufgaben können in der gymnasialen Oberstufe bewertet werden, eine regelmäßige Kontrolle ist notwendig. Dabei ist zu achten auf:

- inhaltliche Richtigkeit
- Vollständigkeit
- Art der Darstellung
- Art der Ausführung von praktischen Arbeitsaufträgen.

Die Kontrolle dient der Berichtigung von Fehlern, der Bestätigung konkreter Lösungen sowie der gebührenden Anerkennung eigenständiger Schülerleistungen

4.3.2.3 Referat

Das Referat ist besonders geeignet zum Erlernen studienvorbereitender Arbeitstechniken und planender Arbeitsvorhaben und stellt ein individualisierendes

Element in der Unterrichtsplanung und -durchführung dar. Das Referat trägt ferner zur Vorbereitung auf die in der mündlichen Abiturprüfung geforderte Qualifikation des zusammenhängenden Vortrags einer selbstständig gelösten Aufgabe bei.

Bei der Erstellung und dem Vortrag eines Referates werden folgende Arbeitstechniken gelernt, geübt und beurteilt:

- Organisation des Arbeitsvorhabens und Methodenreflexion
- Beschaffen, Zusammenstellen, Ordnen, Auswerten von themenbezogenem Informationsmaterial
- Planung eines gegliederten Aufbaus des Referats
- Techniken des Referierens: Vortrag mit Hilfe einer stichwortartigen Gliederung, adressatenbezogenes Sprechen und Diskutieren, korrektes Zitieren,
- Berücksichtigung des Zeitfaktors bei der Vorbereitung und beim Vortragen des Referates
- fachlich exakte Darstellung
- Einsatz von und Umgang mit Medien und Materialien (vgl. auch Kapitel „Beiträge zu zusammenfassenden Dokumentationen“).

Im Hinblick auf die Unterrichtsgegenstände kann das Referat sowohl vorbereitenden als auch erweiternden Charakter haben. Es kann Hintergrund und Zusatzinformationen bereitstellen.

Das Thema muss eindeutig formuliert und so begrenzt sein, dass es in der vorgesehenen Vorbereitungs- und Vortragszeit bewältigt werden kann. Für die Anfertigung des Referats sollte ein Zeitraum von höchstens zwei Wochen ausreichend sein. Die Vortragszeit sollte in der Regel nicht mehr als 10 Minuten betragen.

4.3.2.4 Protokolle

Für den Biologieunterricht kommen folgende Arten der Protokolle in Betracht:

- Beobachtungs- und Versuchsprotokoll
- Verlaufsprotokoll
- Protokoll des Diskussionsprofils
- Ergebnisprotokoll.

Das Anfertigen von Protokollen einer Stunde gehört zum Erlernen studienvorbereitender Arbeitstechniken. Dazu gehört das Einüben in konzentriertes Zuhören, das Erfassen von fachspezifischen Ausführungen.

Zu Beobachtungs- und Versuchsprotokoll s. Kapitel 3.2.2.1.

Das Verlaufsprotokoll soll den Gang der Unterrichtsstunde in den wesentlichen Zügen wiedergeben.

Das Protokoll des Diskussionsprofils nimmt aus dem Gang der Unterrichtsstunde diejenigen Beiträge heraus, die die Diskussion entscheidend bestimmt haben. Es macht die unterschiedlichen Standpunkte und ihre Begründung deutlich.

Das Ergebnisprotokoll verzichtet auf die Wiedergabe des Unterrichtsverlaufs und auf die Darstellung des Diskussionsprofils und hält stattdessen genau die Unterrichtsergebnisse fest.

Aus der Sekundarstufe I sind grundlegende Schritte zum Anfertigen von Protokollen bekannt.

Der Schwerpunkt für das Erlernen der für Protokolle erforderlichen Arbeitstechniken soll spätestens in der Jahrgangsstufe 11 liegen.

Je nach Art des Protokolls kann dabei die Eigenleistung der Schülerinnen und Schüler nach folgenden Kriterien beurteilt werden:

- Zusammenfassung und Strukturierung
- Herausstellen von Schwerpunkten und Schlüsselbegriffen
- Genauigkeit und Vollständigkeit der Wiedergabe
- fachlich korrekte Darstellung der Inhalte
- Diskussion der Ergebnisse.

Bei Versuchsprotokollen werden die weiter unten unter „Beiträge zu Untersuchungen und Experimenten“ genannten Kriterien relevant (vgl. Kapitel 4.3.2.7).

4.3.2.5 Schriftliche Übungen

Eine Form der „Sonstigen Mitarbeit“ ist die schriftliche Übung, die benotet wird. Die Aufgabenstellung muss sich unmittelbar aus dem Unterricht ergeben. Sie muss so begrenzt sein, dass für ihre Bearbeitung in der Regel 30 Minuten, höchstens 45 Minuten erforderlich sind.

Die schriftlichen Übungen bieten sich an, einen Beitrag zur Überprüfung vergleichbarer Standards bei Inhalten zu leisten. Die materialgebundenen Aufgaben eignen sich in einem weiterführenden Schritt Qualitätssicherung auch hinsichtlich methodischen Arbeitens zu betreiben.

Im Biologieunterricht kann eine schriftliche Übung folgende Aufgabenstellung umfassen:

- Abfragen von zusammenhängenden Fachinhalten und -methoden
- Bearbeiten von überschaubaren, materialgebundenen Aufgaben (Auswertung von Diagrammen, Abbildungen, Beobachtungsergebnissen)
- Darstellung und Auswertung eines kleinen Experimentes
- Erläuterung und Begründung von experimentellem Vorgehen.

Da die Beherrschung dieser Arbeitstechniken Teil der in der mündlichen Abiturprüfung geforderten Qualifikation ist, dient die schriftliche Übung auch der Vorbereitung auf diese Prüfung.

Schriftliche Übungen werden benotet.

4.3.2.6 Mitarbeit in Projekten

Die Mitarbeit in Projekten ist in besonderer Weise dazu geeignet, Lernprozesse selbstständig zu planen, zu organisieren und zu steuern. Dabei ist der Anteil einer jeden Schülerin und eines jeden Schülers am Arbeitsprozess und am Produkt zu bewerten. Um die individuelle Schülerleistung transparent werden zu lassen, eignen sich Arbeitsprozessberichte. Ferner werden die Beobachtungen der Lehrerin/des Lehrers während der Betreuung der Arbeit, ggf. auch ein Kolloquium mit der einzelnen Schülerin/dem einzelnen Schüler für die Bewertung relevant.

Für die Projektarbeit relevante Bewertungsaspekte:

- Eigenständige Planung und Organisation von Lösungsstrategien und Lösungsschritten
- Eigeninitiative und Vielfältigkeit in der Informationsbeschaffung
- Finden und Anwendung von geeigneten Auswertungskriterien
- Dokumentation der Vorgehensweise und der Ergebnisse
- Zusammenarbeit in der Gruppe während des Arbeitsprozesses.

In den einzelnen Arbeitsphasen sind im weiteren ähnliche Leistungen zu beurteilen wie unter „Beiträge zu Untersuchungen und Experimenten“ angegeben.

4.3.2.7 Beiträge zu Untersuchungen und Experimenten

Beobachtungen, Untersuchungen, Experimente und Exkursionen im Biologieunterricht erlauben es, die Schülerinnen und Schüler auch in ihren praktischen und sozialen Fähigkeiten zu beurteilen:

- Akzeptanz und Umsetzung der gestellten Aufgaben
- Organisation und Strukturierung der praktischen Arbeit
- Darstellung und Vorstellung der praktischen Arbeit
- exaktes und sorgfältiges experimentelles Arbeiten
- Anfertigen eines genauen Versuchsprotokolls
- zielorientiertes und kontinuierliches Arbeiten
- Art und Umfang der Mitarbeit in der Gruppe.

Experimentelles Arbeiten und Untersuchungen stellen je nach Einordnung der Arbeitsschritte in den Prozess der Erkenntnisgewinnung und je nach ihrer Komplexität unterschiedliche Anforderungen, die als Bewertungsmaßstab dienen können. Planung, Durchführung, Auswertung, Methoden- und Ergebnisdiskussion sowie Darstellung der Ergebnisse erfüllen im konkreten Einzelfall unterschiedliche Leistungsanforderungen und sind damit Grundlage für eine differenzierte Bewertung. Bei Gruppenarbeiten kann diese Differenzierung helfen, individuellen Fähigkeiten gerecht zu werden und diese während des Arbeitsprozesses festzustellen.

Bei Untersuchungen, die einen längeren Zeitraum umfassen aber auch bei Exkursionen werden Kontinuität der Arbeit, Überblick über den Gesamtprozess und Sicherung von Zwischenergebnissen relevant.

4.3.2.8 Sonstige Präsentationsleistungen

Im Biologieunterricht, besonders bei arbeitsteiligem Vorgehen bietet es sich des-
öfteren an, Anschauungsmaterialien, Daten und Ergebnisse in einer Dokumentati-
on zusammenzustellen, z. B. in Form von Wandzeitungen, Ausstellungen, Veröf-
fentlichungen, Videofilmen, Homepages u. a. Es kann bewertet werden, welchen
Anteil die Schülerinnen und Schüler an folgenden Kriterien haben:

- repräsentative Auswahl und Strukturierung
- fachlich korrekte Darstellung der Inhalte
- angemessene, anschauliche und adressatengerechte Darstellungsform
- Zusammenarbeit in der Gruppe.

5 Die Abiturprüfung

5.1 Allgemeine Hinweise

Es ist spezifische Aufgabe der folgenden Regelungen, das Anforderungsniveau für die Prüfungen im Fach zu beschreiben, die Aufgabenstellung zu strukturieren und eine Beurteilung der Prüfungsleistungen nach verständlichen, einsehbaren und vergleichbaren Kriterien zu ermöglichen.

Entscheidend für die Vergleichbarkeit der Anforderungen ist die Konstruktion der Prüfungsaufgaben, die durch Beschluss der KMK¹⁾ in allen Bundesländern nach vereinbarten Grundsätzen erfolgen soll. Diese Grundsätze helfen zugleich, die Beurteilung der Prüfungsbedingungen transparent zu machen.

Zu diesen vereinbarten Grundsätzen gehört die Feststellung, dass den Bedingungen einer schulischen Prüfung zur allgemeinen Hochschulreife die bloße Wiedergabe gelernten Wissens ebenso wenig entspricht wie eine Überforderung durch Problemfragen, die von der Schülerin bzw. vom Schüler in der Prüfungssituation nicht angemessen bearbeitet werden können. Die Schwerpunkte der Anforderungen liegen in der Abiturprüfung in Bereichen, die mit selbstständigem Aussagen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte sowie Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen beschrieben werden können.

Die Abiturprüfungsanforderungen sollen deshalb in allen Fächern durch drei Anforderungsbereiche strukturiert werden. Es sind dies:

- Anforderungsbereich I (z. B. Wiedergabe von Kenntnissen)
- Anforderungsbereich II (z. B. Anwenden von Kenntnissen)
- Anforderungsbereich III (z. B. Problemlösen und Werten)

Die Anforderungsbereiche sind für die Lehrerinnen und Lehrer als Hilfsmittel für die Aufgabenkonstruktion gedacht.

Sie sollen

- den Lehrerinnen und Lehrern unter Berücksichtigung der Unterrichtsinhalte und ihrer Vermittlung eine ausgewogene Aufgabenstellung erleichtern
- den Schülerinnen und Schülern Verständnis für die Aufgabenstellungen im mündlichen und schriftlichen Bereich erleichtern und ihnen Bewertungen durchschaubar machen
- die Herstellung eines Konsens zwischen den Fachlehrerinnen und Fachlehrern und damit eine größere Vergleichbarkeit der Anforderungen ermöglichen.

5.2 Beschreibung der Anforderungsbereiche

In der Abiturprüfung sollen die Kenntnisse und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler möglichst differenziert erfasst werden. Hierbei sind die mit den Aufgaben

¹ Vereinbarung über die einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 1. Juli 1979, i. d. F. vom 1. Dezember 1989

verbundenen Erwartungen drei Anforderungsbereichen bzw. Leistungsniveaus zuzuordnen, die im Folgenden beschrieben sind.

Anforderungsbereich I

Der Anforderungsbereich I umfasst

- die Wiedergabe von Sachverhalten (z. B. Daten, Fakten Regeln, Formeln, Aussagen) aus einem abgegrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang
- die Beschreibung und Verwendung gelernter und geübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang.

Dazu kann u. a. gehören:

- Wiedergeben von einer im Unterricht behandelten Definition
- Wiedergeben eines aus dem Unterricht bekannten biologischen Prozesses
- Beschreiben eines Graphen
- Beschreibung eines Experimentes (anhand einer praktischen Durchführung oder einer Abbildung)
- Umsetzen von Daten, Tabellen oder Abbildungen in die Fachsprache.

Anforderungsbereich II

Der Anforderungsbereich II umfasst:

- selbstständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang
- selbstständiges Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen, wobei es entweder um veränderte Fragestellungen oder um veränderte Sachzusammenhänge oder um abgewandelte Verfahrensweisen gehen kann.

Dazu kann u. a. gehören:

- Zuordnen und Ergänzen der Aussagen eines Textes zu einem Graphen
- Anfertigen einer Zeichnung nach einem Original
- Beschreibung des selbstständigen Planens von Experimenten
- Auswerten von unbekanntem Untersuchungsergebnissen unter bekanntem Aspekt
- Übertragen von kybernetischen Modellen auf biologische Systeme
- Selbstständiges Beobachten und Beschreiben unbekannter makroskopischer und mikroskopischer Realobjekte unter einem bekannten Aspekt.

Anforderungsbereich III

Der Anforderungsbereich III umfasst planmäßiges Verarbeiten komplexer Gegebenheiten mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Begründungen, Wertungen zu gelangen. Dabei werden aus den gelernten Methoden oder Lösungsverfahren die zur Bewältigung der Aufgabe geeigneten selbstständig ausgewählt oder einer neuen Problemstellung angepasst.

Dazu kann u. a. gehören:

- Selbstständiges Entwickeln von Arbeitshypothesen aus Ergebnissen mehrerer Experimente oder Beobachtungen
- Entwickeln einer Arbeitshypothese auf Grund eines Gedankenexperimentes mit neuer Problemstellung
- planmäßiges Auswählen und Entwickeln einer geeigneten Untersuchungsmethode
- methodenkritisches Erörtern von verwendeten Arbeitsverfahren
- Entwickeln eines Pfeildiagramms aus vorgegebenem Befunden
- Makroskopische und mikroskopische Beobachtung von unbekanntem Realobjekten mit dem Ziel, auf Grund selbstständig entdeckter Befunde Fragestellungen zu entwickeln und angemessene Lösungen vorzuschlagen.

5.3 Die schriftliche Abiturprüfung

Zur Art der Aufgabenstellung, zur Vorlage der Aufgabenvorschläge bei der oberen Schulaufsichtsbehörde, zur Korrektur und Bewertung der schriftlichen Arbeiten gelten grundsätzlich die §§ 32 bis 34 der APO-GOST und die entsprechenden Verwaltungsvorschriften.

5.3.1 Aufgabenarten der schriftlichen Abiturprüfung

Für die schriftliche Abiturprüfung im Fach Biologie sind folgende Aufgabenarten zulässig:

- Bearbeitung fachspezifischen Materials mit neuem Informationsgehalt (z. B. Naturobjekte, Präparate, Abbildungen, Filme, Texte, Zitate, die zum problemorientierten Arbeiten auffordern, Tabellen, Messreihen, Grafiken)
- Bearbeitung eines Demonstrationsexperimentes
- Durchführung und Bearbeitung eines Schülerexperimentes, unter der Voraussetzung, dass für alle Schülerinnen und Schüler gleiche Arbeitsbedingungen sichergestellt sind (vgl. Kapitel 4.2.2).

Mischformen der genannten Aufgabenarten sind möglich. Den Aufgabenarten ist gemeinsam, dass sie von Arbeitsmaterialien ausgehen. Solche materialgebundenen Aufgaben gewährleisten eine sachbezogene Argumentation. Sie können darüber hinaus dem Prüfling konkrete Arbeitshilfen bieten und der Fachlehrerin und dem Fachlehrer die Korrektur der Arbeit erleichtern. Die einzelnen Arbeitsaufträge lassen sich in der Regel eindeutig den oben genannten Anforderungsbereichen zuordnen. Eine ausschließlich aufsatzartig zu bearbeitende Aufgabenstellung, d. h. eine Aufgabe ohne Materialbezug, ist demnach nicht zulässig.

Die Aufgabenstellung für Leistungskurse muss den Anforderungen gerecht werden, die sich aus der Definition der Leistungskurse (vgl. Kapitel 3.3) ergeben. Die Fragestellung muss eine systematische und komplexe Auseinandersetzung mit einer Aufgabe ermöglichen, den Nachweis einer vertieften Beherrschung der fachlichen Methoden sowie eine reflektierte Einordnung der Fragestellung in größere Zusammenhänge des Faches einfordern.

Für Abituraufgaben im Leistungs- und Grundkursbereich im Fach Biologie gibt es keine prinzipiellen Unterschiede, sehr wohl aber solche hinsichtlich Umfang, Komplexität, Abstraktion der Inhalte und Begriffe, Anspruch an Methodenbeherrschung und Grad der selbstständigen Problemlösung.

Die Abituraufgaben sollen den Prüfling zum Nachvollzug einzelner Schritte naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung auffordern. Der Einstieg in den Erkenntnisprozess kann auf jeder Stufe der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung erfolgen. Wiedergabe oder Umformung von Kenntnissen sind dem Anforderungsbereich I zuzuordnen. Entscheidend für die Abituraufgaben ist, dass in aufeinander folgenden Denkschritten der Übergang von einer Stufe zu einer anderen vollzogen wird. Die Aufgabe muss daher hinreichend zum Übergang von einer Stufe auf die nächste auffordern. Es ist ebenso möglich mehrere Stufen durch die Aufgabenstellung anzusprechen und die Verbindung dieser Stufen zu verlangen. Die auf dieser Grundlage erstellten Prüfungsaufgaben erlauben eine fachlich fundierte Aufgabenstellung, die vom Prüfling Leistungen in den Anforderungsbereichen II und III fordert.

Eine Prüfungsaufgabe für die schriftliche Abiturprüfung erreicht grundsätzlich dann ein angemessenes Niveau, wenn sie sich auf alle drei in Kapitel 5.2 beschriebenen Anforderungsbereiche erstreckt. Hierbei soll der Schwerpunkt der zu erbringenden Leistungen im Anforderungsbereich II liegen bei angemessener Berücksichtigung der Anforderungsbereiche I und III, wobei der Anteil des Bereiches I deutlich größer als der des Bereiches III sein soll.

Eine Prüfungsaufgabe muss dem Prüfling Gelegenheit geben, Wissen, selbstständiges Denken, Urteilsfähigkeit und Darstellungsvermögen zu zeigen.

Die Aufgaben müssen so abgefasst sein, dass Rückfragen nicht erforderlich sind. Diesem Ziel sollen die folgenden Hinweise zur Aufgabenstellung dienen:

- Um klare Arbeitsaufträge zu stellen, ist es erforderlich, die Aufgabenstellung zu untergliedern. Eine zu starke Aufschlüsselung ist jedoch mit den oben genannten Anforderungen an eine Prüfungsaufgabe unvereinbar. In der Regel sind im Grundkurs 3 Teilaufgaben, im Leistungskurs je nach Komplexitätsgrad bis 3 bis 5 Teilaufgaben angemessen.
- Es muss den Schülerinnen und Schülern deutlich werden, ob die Reihenfolge der Bearbeitung von Teilaufgaben verbindlich ist.
- Bei der Formulierung der Aufgabenstellung sind der zu wählende Aspekt, der zu bearbeitende Sachverhalt und der aufzuzeigende Zusammenhang exakt abzugrenzen.
- Die Formen der zu erbringenden Leistungen sind zu charakterisieren (z. B. Beschreiben, Begründen, Auswerten etc.).
- Werden neben der sprachlichen Darstellung andere Methoden der Darstellung erwartet, so ist dies immer anzugeben (z. B. Zeichnen, Darstellen in der Formelsprache).

Bei der Erstellung von Prüfungsaufgaben ist ferner zu beachten:

- Sollten mit einer Beobachtung oder einem Experiment quantitative Arbeitsunterlagen während der Prüfung gewonnen werden, so sind diese bereits beim Erstellen der Aufgabe zu sichern. Auf diese Weise können beim Misslingen der Untersuchungen die erforderlichen Daten zur Bearbeitung verfügbar gemacht werden.
- Beim Auswerten von Naturobjekten und mikroskopischen Präparaten müssen im Sinne der Chancengleichheit gleiche Arbeitsvoraussetzungen gegeben sein.
- Die Teilaufgaben einer Aufgabe müssen in einem inhaltlichen Zusammenhang stehen und so weit durch einen übergreifenden Lösungsprozess integriert werden, dass ein Prüfling folgende Fähigkeiten nachweisen kann:
 - selbstständige Gliederung
 - geordnete übersichtliche Darstellung größerer Zusammenhänge
 - Betonung von Schwerpunkten.

Es darf jedoch ein einzelnes Versagen in einem kleinen Teil der Aufgabe nicht zur Folge haben, dass in der gesamten Aufgabe keine positiven Leistungen mehr erbracht werden können.

Das Erstellen einer Aufgabe schließt ein, dass die verschiedenen Anforderungsbereiche angemessen berücksichtigt werden.

5.3.2 Einreichen von Prüfungsvorschlägen

- 1 Die Fachlehrerin bzw. der Fachlehrer legt 2 Prüfungsvorschläge einschließlich der Genehmigungsunterlagen vor, von denen die obere Schulaufsicht einen Vorschlag auswählt. Zur Aufgabenstellung der schriftlichen Abiturprüfung ist § 33 Abs. 1 APO-GOST zu beachten. Die Aufgabenvorschläge in der schriftlichen Abiturprüfung müssen aus dem Unterricht in der Qualifikationsphase erwachsen sein. Die der Schulaufsicht im Fach Biologie vorzulegenden Vorschläge müssen sich in ihrer Breite insgesamt auf die Ziele, Problemstellungen, Inhalte und Methoden der vier Halbjahre der Qualifikationsphase beziehen und unterschiedliche Sachgebiete umfassen. Der vom Prüfling zu bearbeitende Vorschlag muss sich in der Breite der Ziele, Problemstellungen, Inhalte und Methoden mindestens auf zwei Halbjahre der Qualifikationsphase beziehen.
- 2 Im Fach Biologie enthält jeder Prüfungsvorschlag im Leistungs- und Grundkurs je 2 Aufgaben, die beide von dem Prüfling bearbeitet werden. Die Aufgaben sind in Material- und Aufgabenteil untergliedert.

Aufgaben, die sich aus den durchgeführten Schwerpunktvorhaben oder fachübergreifendem Unterricht ergeben, sind möglich. Bei Aufgaben aus fachübergreifendem Unterricht muss eine deutliche biologische Schwerpunktsetzung erkennbar sein. Weiterhin ist zu gewährleisten, dass die Kenntnisse aus dem jeweils anderen Fach bereit gestellt sind.

Für Schülerexperimente und praktische Arbeiten kann eine Arbeitszeitverlängerung (bis zu 30 Minuten) bei der oberen Schulaufsicht beantragt werden.

Das Anspruchsniveau der beiden Prüfungsvorschläge muss untereinander gleichwertig sein, die beiden Vorschläge dürfen nicht zu ähnlich sein. Ebenso müssen die beiden Aufgaben eines Vorschlags in etwa gleichwertig sein.

Darüber hinaus sollte ein Vorschlag, der sich auf fachübergreifende Inhalte bezieht, Angaben über die Fächer und die geforderten Fachinhalte des jeweils anderen Fachs enthalten.

3 Dem Prüfungsvorschlag sind beizufügen

- eine kurz gefasste konkrete Beschreibung der erwarteten Schülerleistung (Erwartungshorizont) mit Angaben der konkreten unterrichtlichen Voraussetzungen. In dem Erwartungshorizont sind die konkreten Kriterien zu beennen, die der Bewertung zu Grunde liegen. Ebenso sind die Anforderungsbereiche den Lösungsschritten zuzuordnen. Im Fach Biologie werden die konkreten unterrichtlichen Voraussetzungen den zu erwartenden Schülerleistungen tabellarisch gegenüber gestellt. Aus der Angabe der unterrichtlichen Voraussetzungen müssen hervorgehen:
 - erarbeitete Inhalte, Methoden- und Anwendungsgebiete
 - ggf. Bezüge zu Schwerpunktvorhaben
 - zugeordnete Jahrgangsstufe und Kurshalbjahr
 - eine hinreichende detaillierte Angabe der Lerninhalte der Halbjahreskurse.
- Im Fach Biologie wird eine Übersicht über die Sequenz mit Angabe der Themenfelder und Schwerpunktvorhaben (wie in Kapitel 3.4) beigefügt.
- Quellen, die zur Erstellung des Vorschlags herangezogen werden, sind der Schulaufsicht anzugeben, ebenso das eingeführte Lehrbuch.
- die Erklärung der Fachlehrerin oder des Fachlehrers, dass das Notwendige für die Geheimhaltung veranlasst wurde.

4 Die vorgesehenen Hilfsmittel sind am Schluss eines jeden Vorschlages aufzuführen.

5.3.3 Bewertung der schriftlichen Prüfungsleistung

Die Korrektur der Prüfungsarbeit unterscheidet sich von der Korrektur der Klausur dadurch, dass pädagogische Hinweise für die Schülerinnen und Schüler entfallen. In Prüfungsarbeiten dürfen durch Korrektur keine Textveränderungen vorgenommen werden.

Die Prüfungsanforderungen gemäß der Anforderungsbereiche (vgl. Kapitel 5.2) sind der Bewertung zu Grunde zu legen.

Die Bewertung der Abiturklausur setzt sich in der Regel aus den Beurteilungen von Teilleistungen zusammen. Die Bewertung der Leistungen richtet sich nach den gestellten Anforderungen und nach der Art der Bearbeitung durch die Schülerinnen und Schüler.

Die **Art der Bearbeitung** lässt sich nach Qualität, Quantität und Darstellungsvermögen beschreiben.

Merkmale der Qualität sind:

Erfassen der Aufgabe und ihre zeitökonomische Bewältigung, Genauigkeit der Kenntnisse und Einsichten, Sicherheit in der Beherrschung der Methoden und der Fachsprache, Stimmigkeit und Differenziertheit der Aussage, Herausarbeitung des Wesentlichen, Anspruchsniveau der Problemerkfassung.

Merkmale der Quantität sind:

Umfang der Kenntnisse und Einsichten, Breite der Argumentationsbasis, Vielfalt der Aspekte und Bezüge.

Das Darstellungsvermögen der Schülerinnen und Schüler erweist sich in der Fähigkeit, sich in einer angemessenen Weise verständlich zu machen. Bei der Bewertung der Leistungen sind daher zu berücksichtigen: Klarheit und Eindeutigkeit der Aussage, Angemessenheit der Darstellung, Übersichtlichkeit der Gliederung und die inhaltliche Ordnung.

Eine Bewertung, die allein aneinander gereihtes Fachwissen zum Maßstab hat, genügt diesen Ansprüchen nicht.

Die schriftliche Prüfungsarbeit wird von der zuständigen Fachlehrkraft korrigiert, begutachtet und abschließend mit einer Note bewertet (§ 34 Abs. 1 APO-GOST). Das **Gutachten** muss

- Bezug nehmen auf die im Erwartungshorizont beschriebenen Kriterien, d. h., es muss zu den erwarteten Teilleistungen deutliche Aussagen machen und sollte Vorzüge und Nachteile des Lösungsansatzes angemessen gewichten. Darüber hinaus sollte das Gutachten Aussagen zur Darstellung, zu Aufbau und Gedankenführung und zum fachsprachlichen Ausdruck enthalten.
- Es muss neben **inhaltlichen** und auch **methodischen Leistungen** und den **Grad der Selbstständigkeit** bewerten. Hiermit sind sowohl fachmethodische Kenntnisse des fachspezifischen Arbeitens gemeint als auch die Vorgehensweise bei der Erstellung des Lösungsansatzes.
- Es muss Aussagen zum Anforderungs-/Leistungsniveau machen (Anforderungsbereiche I bis III).
- Es muss Aussagen zur Sprachrichtigkeit enthalten (§ 13 Abs. 6 APO-GOST).

Die Note „gut“ (11 Punkte) soll erteilt werden, wenn mehr als drei Viertel der Gesamtleistung erreicht werden.

Die gesamte Darstellung der Klausur muss in ihrer Gliederung, Gedankenführung, Anwendung fachmethodischer Verfahren sowie in der fachsprachlichen Artikulation den Anforderungen voll entsprechen. Die Aufgabenlösung muss auch Elemente des Anforderungsbereiches III enthalten, um den für die Note gut erforderlichen Transfer des erworbenen Wissens nachzuweisen.

Die Note „ausreichend“ (5 Punkte) soll erteilt werden, wenn die Leistung zwar Mängel aufweist, aber im Ganzen den Anforderungen noch entspricht. Nach der Vereinbarung der Länder über die Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung ist dies im Fach der Fall, wenn der Prüfling etwa die Hälfte der erwarteten Gesamtleistung erbracht hat. Ober- und unterhalb dieser Schwelle sollen die Anteile der erwarteten Gesamtleistung den einzelnen Notenstufen jeweils ungefähr

linear zugeordnet werden, um zu sichern, dass mit der Bewertung die gesamte Breite der Noten-Skala ausgeschöpft werden kann.

Bei der Bewertung der Abiturarbeiten sind die Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit in der Muttersprache und gegen die äußere Form angemessen zu berücksichtigen. Gehäufte Verstöße führen zur Absenkung der Note um eine Notenstufe.

Der **Zweitkorrektor** korrigiert die Arbeit ebenfalls (§ 34 Abs. 2 APO-GOST); er schließt sich der Bewertung begründet an oder fügt eine eigene Beurteilung und Bewertung an.

Bei der Begründung bzw. Beurteilung und Bewertung muss in knappen Aussagen auf die Beurteilungskriterien Bezug genommen werden.

5.3.4 Beispiele für Prüfungsaufgaben in der schriftlichen Abiturprüfung

5.3.4.1 Beispiel für einen Prüfungsvorschlag im Leistungskurs

Aufgabe 1 (Genetik)

„Bakterien als Genfähren“

Text 1

Ein beeindruckendes Phänomen, das die Genetiker sehr nutzbringend einsetzen, ist die Regenerationsfähigkeit ganzer Pflanzen aus einzelnen Zellen (Protoplasten). Eine einfache, aber bedeutende Verbesserung erzielte man durch die Einführung der sog. Blattscheibentechnik (Abb.2). Die Technik ist deshalb von so großer Bedeutung, weil man bei ihr von einem sehr leistungsfähigen System zum Einschleusen von Genen in Pflanzen Gebrauch machen kann. Dieses System bedient sich des Ti-Plasmids, das in dem Bakterium *Agrobacterium tumefaciens* enthalten ist.

Ti-Plasmide bleiben in *Agrobacterium* erhalten, weil ein Teil ihrer DNA, die sog. T-DNA, Gene trägt, die für die Synthese ungewöhnlicher Aminosäuren, der sog. Opine, verantwortlich sind. Die infizierte Pflanzenzelle wird veranlasst, diese Aminosäuren zu synthetisieren, aber sie ist nicht in der Lage, diese zu verdauen. Vielmehr trägt das Ti-Plasmid vermutlich die Gene für die Enzyme, welche die Opine abbauen, sodass diese Aminosäuren dem *Agrobacterium*, welches sich in dem Wurzel-halsgallengewebe weitervermehrt, als Nahrungsquelle dienen könnten. Ein zweiter Satz von Genen in der T-DNA verursacht das unkontrollierte Wachstum der Pflanzenzelle. Zwei dieser Gene codieren Enzyme, die zur Produktion von Auxinen führen, das dritte Gen codiert ein Enzym, welches die Bildung eines zweiten Phytohormons bewirkt. Diese beiden Hormone veranlassen die infizierte Pflanzenzelle zur Teilung und beeinflussen auch die Nachbarzellen (Abb. 1).

Um einen Angriffspunkt für den Gentransfer durch Ti-Plasmide zu liefern, müssen Pflanzen eine Verwundung aufweisen. Blättern sind eine gute Quelle für regenerierende Zellen: Man gewinnt sie von kleinen, aus dem Blatt herausgeschnittenen

Scheibchen. Die Zellen an den Rändern der Blattscheibe beginnen, sich zu regenerieren.

Text 2

Wie jeder Hobbygärtner weiß, sind Pflanzen von Schädigungen durch Insektenbefall bedroht. Die Bauern verzeichnen deswegen Verluste in Milliardenhöhe. Gegenwärtig sind chemische Insektizide die wichtigste Waffe gegen die Schädlinge. Allgemein strebt man aber an, den Einsatz chemischer Pestizide zu verringern. Natürliche pestizidproduzierende Mikroben wie bestimmte Stämme von *Bacillus thuringiensis* (Bt) kommen, wenn auch begrenzt, nun schon seit über 30 Jahren zum Einsatz. Nach der Sporulation produzieren diese Bakterien ein Protein in Kristallform, das für die Larven mancher Insekten toxisch ist. Es schädigt unempfindliche Insekten nicht und ist für Vertebraten unbedenklich. Leider ist die industrielle Produktion der Bakteriensporen für kommerzielle Zwecke begrenzt, und die schützende Wirkung ist nur von kurzer Dauer. Die Kenntnis dieses natürlichen Systems brachte Molekularbiologen auf die Idee, Pflanzen zu züchten, die dieses Bt-Toxin in ihren Zellen selbst bilden.

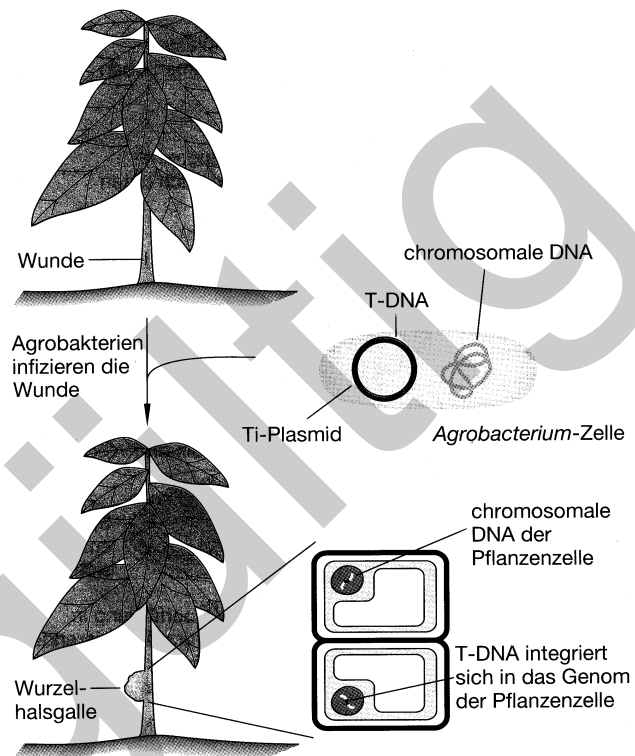


Abbildung 1

Teilaufgaben:

1. Beschreiben Sie das Verfahren der Blattscheibentechnik (Abb. 2) und erklären Sie die zugrunde liegenden molekulargenetischen Vorgänge bei Gentransfer und Opinsynthese (Text 1, Abb. 1).
2. Konzipieren Sie auch unter Verwendung von Text 2 ein Verfahren und erläutern Sie die einzelnen experimentellen Schritte, mit deren Hilfe es gelingen könnte, resistente Baumwollpflanzen für die Baumwollproduktion zu erzeugen.
3. Legen Sie dar, welche Aspekte und Informationen sind für eine Diskussion zum Thema „Einsatz sog. transgener Pflanzen im Vergleich zum konventionellen Insektizideinsatz,“ zu berücksichtigen sind.

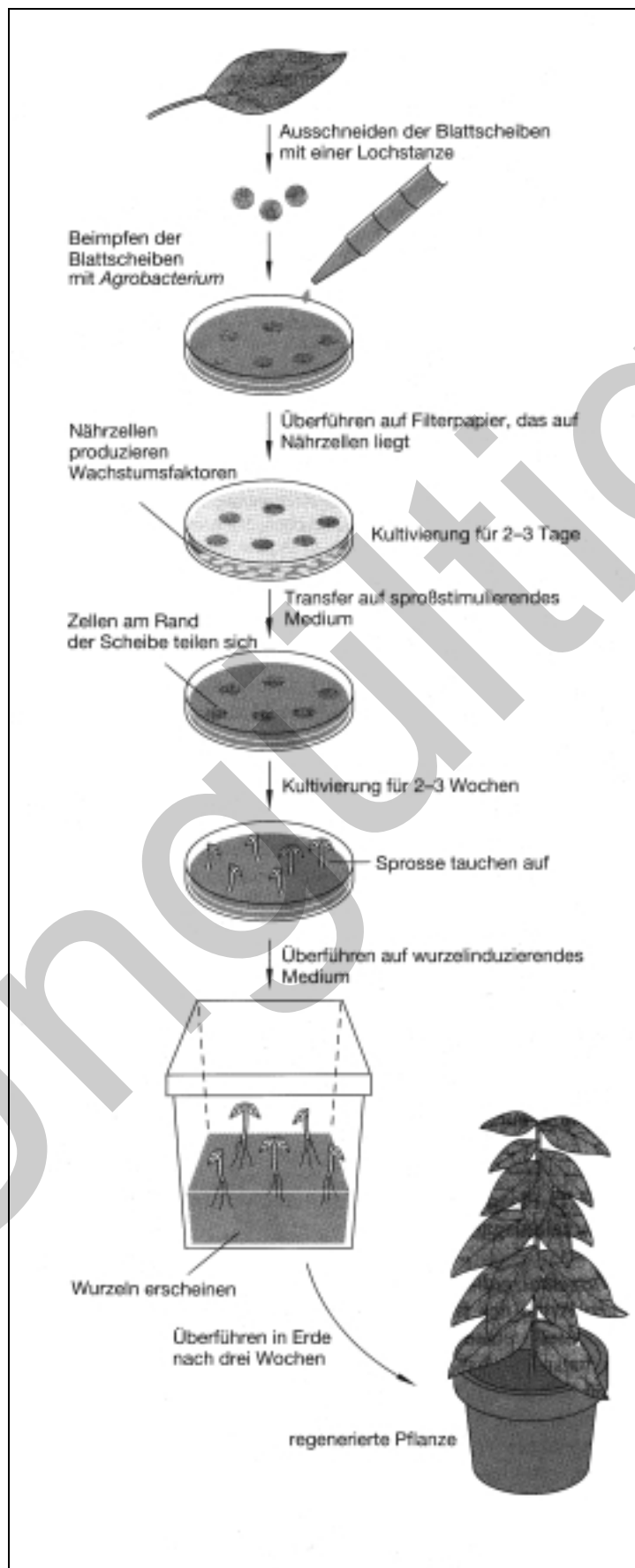


Abbildung 2

Unterrichtliche Voraussetzungen	Erwartete Schülerleistungen
<p>Jahrgangsstufe 12.1:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Beschreibung und Verwendung gelernter und geübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet <ul style="list-style-type: none"> – DNA als Träger der genetischen Information, Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten – Bau von Bakterien, Transformation am Beispiel der Experimente von Griffith und Avery Plasmide und deren Weitergabe durch Transduktion Beispiel: Lm⁺- Bakterienstamm <p>Eine Genmanipulation bei Pflanzen wurde im Unterricht nicht behandelt!</p>	<p>zu 1: Beschreibung des Verfahrens der Blattscheibentechnik (I):</p> <ul style="list-style-type: none"> – Blätter sind eine gute Quelle für regenerierende Zellen. Als Ergebnis erhält man zahlreiche regenerierte, durch <i>Agrobacterium tumefaciens</i> genetisch manipulierte Pflanzen <p>Wiedergabe eines aus dem Unterricht bekannten biologischen Prozesses (I):</p> <ul style="list-style-type: none"> – Beschreibung des Ablaufs der Proteinbiosynthese mit Materialbezug (Proteine, hier Enzyme, die die Opinsynthese katalysieren.) – Beschreibung des Ablaufs von Transformation und Transduktion und Gegenüberstellung zum Aufgabenmaterial (Donor, Rezipient und dessen physiologischer Zustand ⇒ Permeabilität der Zellmembran für DNA, Rezipient ist hier im weiteren Sinn die Pflanzenzelle).
<p>Jahrgangsstufe 12.1:</p> <ul style="list-style-type: none"> – gentechnisches Verfahren zur Synthese von Insulin in <i>E. coli</i> im Rahmen des Schwerpunktvorhabens „Diabetes mellitus – eine Krankheit wird zunehmend beherrschbar“; – Bezeichnung und Spaltcharakteristika von Restriktionsendonukleasen (Eco R1, Hind III) – Plasmide und deren phänotypische Eigenschaften (pBR 322); 	<p>zu 2: Selbstständiges Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen, wobei es hier um veränderte Sachzusammenhänge und abgewandelte Verfahrensweisen geht. Das selbstständige Planen eines Experiments wird beschrieben (II):</p> <p>Gene werden durch Cointegration in Pflanzenzellen eingeschleust unter Verwendung von T-DNA, Ti-Plasmiden und <i>Agrobacterium</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Klonieren eines Gens aus der cDNA-Bibliothek (v. BT ⇒ toxisches Protein); – Einfügen des klonierten Gens in eine Klonierungsstelle eines Plasmids, das sich in <i>E. coli</i> replizieren kann und einen Abschnitt der T-DNA enthält – Den als Zwischenstufe entstehenden

- cDNA-Bibliothek
- Neukombination und Klonierung von DNA mit Hilfe von Tet^s und Amp^r Wirtszellen;
- Konstruktion eines Expressionsvektors:
Programmgeber: Strukturgen aus Humangenom Insulin;
- Vektor: Signale für Selektion und Replikation Plasmid pBR 322;
- Regler: Promotor, Operator, Terminator aus Wirtsorganismus E. coli K 12

- Vektor bringt man in E.-coli-Zellen und selektiert die transformierten Zellen auf Grund ihrer Resistenz gegen Ampicillin, das von den pBR 322 Sequenzen codiert wird;
- Das Plasmid wird durch Paarung von E. coli in eine Agrobacterium-Zelle überführt;
- T-DNA-Plasmid integriert sich über homologe Rekombination der T-DNA-Sequenzen auf beiden Plasmiden in das Ti-Plasmid;
- Plasmide, die sich nicht integrieren, reichern sich nicht an, denn ihnen fehlt ein Replikationsursprung von Agrobacterium;
- Selektion der Agrobacterien, die das rekombinierte Ti-Plasmid enthalten und Infektion pflanzlicher Zellen;
- Problematik der Identifikation infizierter Pflanzen(zellen)

zu 3:

Methodenkritisches Erörtern von verwendeten Arbeitsverfahren (III):

Jahrgangsstufe 12.1/12.2:

- Problematik des konventionellen Insektizideinsatzes im Zusammenhang mit ökologischen Fragestellungen (Nahrungsketten, -netze, Volterrasche Gesetze, Spezialisten, Generalisten, Stoffkreislauf ...) Bildung von Resistenz.
- Ähnliche Aspekte wurden im Schwerpunktvorhaben in Bezug auf die Synthese von gentechnologisch erzeugtem Insulin angedacht.

- Effizienz des Verfahrens, das nur bei Larven mancher Insekten Sinn machen könnte.⇒ von welchen Organismen wird die Pflanze konsumiert?
- Problematik der Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen (Verbreitung, Folgen für Nahrungsketten, sofern Spezialisten bzw. Generalisten von dem Protein geschädigt werden ...?);
- Problematik des Konsums daraus gewonnener Lebensmittel (das Protein ist für Vertebraten unbedenklich; Allergien ... ?)
- Problematik der Sicherheit im Genlabor (Freisetzung genetisch veränderter Mikroorganismen ...?);
- Konventionelle Herbizide werden auch von anderen Lebewesen aufgenommen, im Falle der transgenen Pflanzen sind zunächst nur fressende Larven direkt betroffen;

- Dennoch können auch hier vielfältige weiter gehende Wechselwirkungen zu erwarten sein. ⇒ Aufklärung der Stoffwechselwege bzw. der Abbauprodukte des Proteins, das dem Stoffkreislauf zugeführt wird (Boden, Grundwasser ...), mutagenes Potential der Abbauprodukte, Verstärkung des Trends zur Monokultur, Verarmung genetischer Ressourcen

Quelle:

Watson, J.D., M. Gimán, J. Witkowski, M. Zoller (1993)

Rekombinierte DNA

Spektrum Akademischer Verlag, Stuttgart

Aufgabe 2 (Ökologie)

„Bergehalden – neuartiger Lebensraum in Bergbauregionen“

In Bergbauregionen wie etwa im Ruhrgebiet gehören Bergehalden zum typischen Landschaftsbild. Sie bestehen aus kohleleerem Gesteinsmaterial, welches aus mehreren hundert Meter Tiefe zu Tage befördert wurde. Dieses Ton- und Sandgestein enthält u.a. viele verschiedene Metallionen, gebunden in festen Mineralsalzen. Dazu zählen einerseits Stoffe, die die Lebewesen für ihre Mineralstoffernährung benötigen, andererseits aber auch Schwermetallverbindungen, die für viele Lebewesen einschließlich für den Menschen hoch giftig sind. Besonders häufig wird bei Haldenaufschüttungen Eisensulfid (Pyrit, Schwefelkies) an die Oberfläche befördert, welches dann – verstreut über die Halde – an vielen Stellen zu finden ist.

Über abiotische Standortfaktoren auf Bergehalden liegen eine Reihe von Untersuchungsergebnissen vor: In den Abbildungen 2 bis 4 sind Messergebnisse zu Bodensäuregehalt und Ionenkonzentrationen zusammengestellt.

Häufige Bewohner von pyrithaltigen Bergehaldenbereichen sind Bodenbakterien aus der Gruppe der Thiobazillen. In Abbildung 1 ist schematisch ein entscheidender Prozess des Energiestoffwechsels dieser Bakterien veranschaulicht.

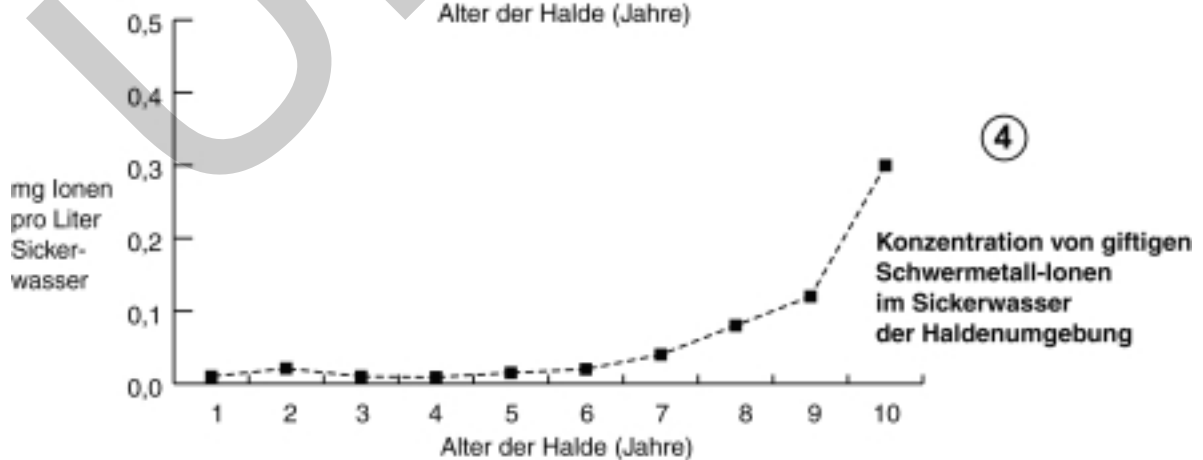
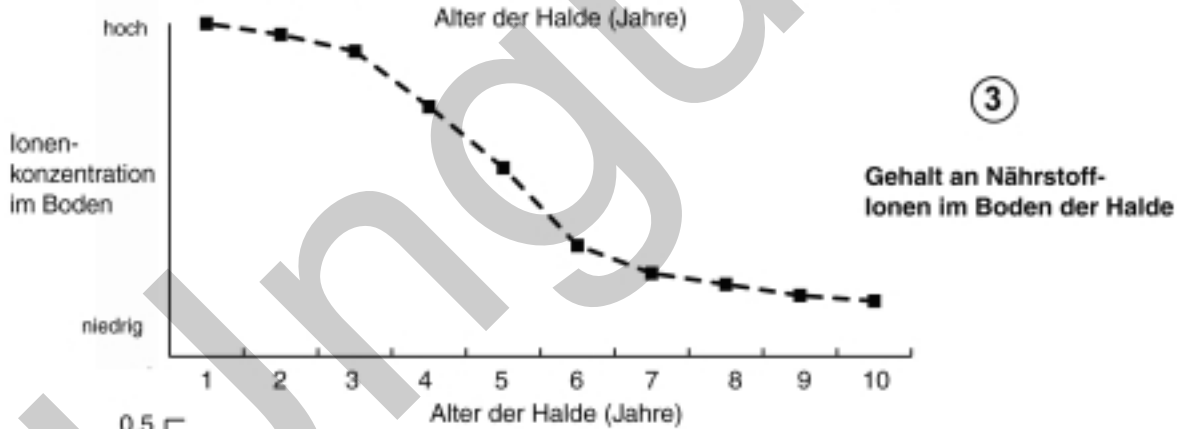
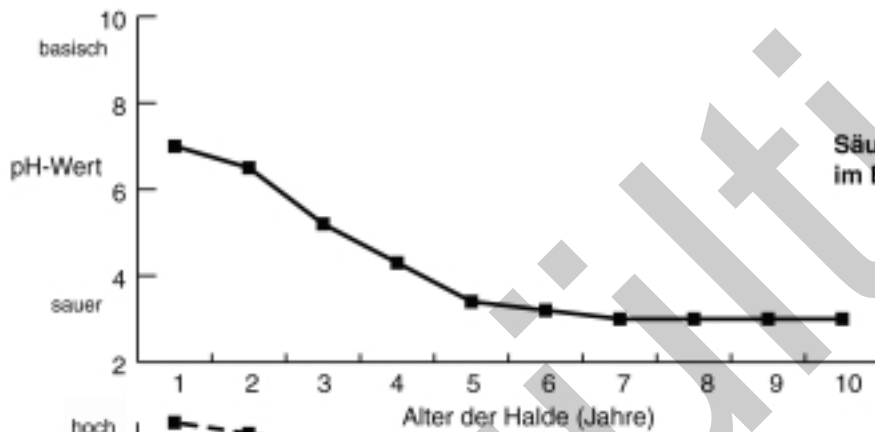
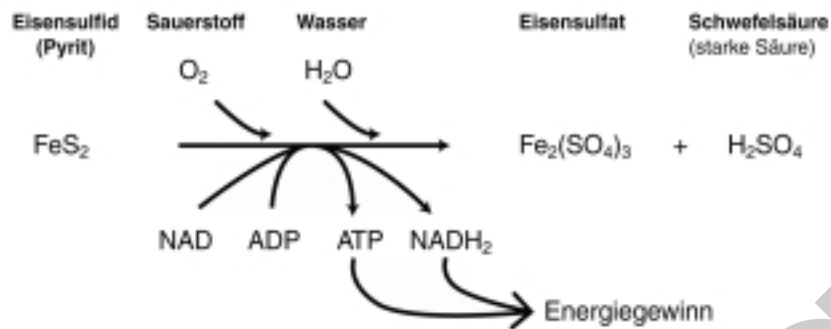
In der beigefügten Tabelle ist eine Auswahl typische Pflanzenarten zusammengestellt, die sich im Laufe der Zeit auf der Haldenoberfläche einfinden und dort einen deckungsarmen Bewuchs bilden.

Teilaufgaben:

- 1a. Skizzieren Sie zunächst kurz, welche Prozesse bei der Nitrifikation ablaufen und welche Bedeutung nitrifizierende Bakterien für den Stickstoffkreislauf im Boden haben.
- 1b. Vergleichen Sie dann den in Abbildung 1 dargestellten Oxidationsprozess der Thiobacillen mit dem der nitrifizierenden Bodenbakterien und stellen Sie dessen Bedeutung für die Bodenverhältnisse auf der Halde heraus.
2. Machen Sie an Hand der Untersuchungsergebnisse in den Abbildungen 2 bis 4 die besonderen abiotischen Standortverhältnisse einer Bergehalde deutlich.
3. Stellen Sie mit Hilfe der Zeigerwerttabelle an ausgewählten Beispielen Beziehungen zwischen den Pflanzenarten und den Standortfaktoren her und begründen Sie auf diese Weise das Vorkommen und die Zusammensetzung dieser besonderen Pflanzengesellschaft auf älteren **Halden**.

①

Oxidation von S^{2-} -Ionen (Sulfidionen) und Fe^{2+} -Ionen (Eisenionen) durch die Bodenbakterien der Gattung Thiobacillus



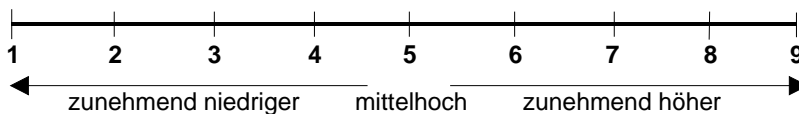
Pflanzenart	Zeigerwerte				
	L	T	F	R	N
Berufskraut, Kanadisches	8	6	4	x	4
Bruchkraut, Kahles	8	6	3	6	2
Dürrwurzalant	6	6	4	7	3
Greiskraut, Klebriges	8	6	3	x	4
Habichtskraut, Dolden-	6	6	4	6	2
Habichtskraut, Florentiner	9	6	4	2	2
Habichtskraut, Gewöhnliches	5	5	4	6	2
Habichtskraut, Glattes	7	5	5	8	2
Habichtskraut, Kleines	7	x	4	x	2
Habichtskraut, Savoyer	5	6	4	6	2
Habichtskraut, Wald-	4	x	5	5	4
Hauhechel, Dornige	8	6	x	3	3
Johanneskraut, Tüpfel-	8	x	4	x	2
Mauerpfeffer	8	5	1	x	1
Möhre, Wilde	8	6	4	x	4
Nachtkerze, Gemeine	9	7	3	x	4
Natternkopf	9	6	4	x	4
Sandkraut	8	5	x	3	x
Schaumkresse	9	x	4	4	2
Schleifenblume	7	7	4	3	3
Schuppenmiere, Rote	7	5	5	7	4
Sommerflieder	8	7	4	3	4
Steinklee, Gemeiner	8	6	3	3	x
Steinklee, Weißer	9	6	3	3	3
Straußgras, Rotes	7	x	x	6	1
Tausendgüldenkraut, Echtes	8	6	5	4	x
Wau, Färber-	8	7	3	2	3
Wau, Gelber	7	6	3	3	4

L Beleuchtungsstärke
T Standortwärme
F Bodenfeuchtigkeit
R Bodensäuregehalt
N Bodennährstoffgehalt

x indifferentes Verhalten
 (weite ökologische
 Amplitude)

Zeigerwerte:

Stärke/Gehalt des einzelnen Standortfaktors:



Typische Pflanzenarten älterer Halden im Ruhrgebiet und deren Zeigerwerte

Unterrichtliche Voraussetzungen	Erwartete Schülerleistungen
<p>Jahrgangsstufe 12.2 mit Bezügen zu Jahrgangsstufe 11.2:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bedeutung der Photosynthese und Chemosynthese für den Energie- und Produktionshaushalt eines Ökosystems – chemosynthetische Vorgänge im Faulschlamm – biogeochemischer Stoffkreislauf eines Ökosystems am Beispiel des Stickstoffkreislaufes <ul style="list-style-type: none"> – Bedeutung der chemosynthetisch aktiven nitrifizierenden Bodenbakterien für den Mineralstoffhaushalt im Ökosystem <ul style="list-style-type: none"> – Vorhandensein und Auswaschung von Ionen im Boden am Beispiel von Braunerde und Pseudogley mit praktischer Erfassung von unterschiedlichen Bodenproben mittels Bohrstock 	<p>zu 1a: Wiedergabe eines bekannten biologischen Prozesses (I):</p> <ul style="list-style-type: none"> – schematische Darstellung der Nitrit-/Nitratbildung durch nitrifizierende Bodenbakterien als chemoautotropher Prozess; – Schließen des Stickstoffkreislaufes und Bereitstellung von Nitrationen für die Produzenten durch die chemosynthetische Aktivität der Bodenbakterien; <p>zu 1b: Übertragen des Gelernten auf veränderte Zusammenhänge (II):</p> <ul style="list-style-type: none"> – Der Oxidationsprozess von Pyrit der Thiobazillen ist ein der Nitrifikation vergleichbarer chemosynthetischer Prozess; <p>Selbstständiges Entwickeln einer Arbeitshypothese aus dem Ergebnis der Untersuchung (III):</p> <ul style="list-style-type: none"> – das dabei anfallende Endprodukt Schwefelsäure ist für eine stellenweise starke Versauerung auf den Berghalden verantwortlich; <p>zu 2: Zusammenfassende Beschreibung der Untersuchungsergebnisse, Umsetzen von Abbildungen in die Fachsprache (I):</p> <ul style="list-style-type: none"> – aus Abb. 2: starke Veränderung des Bodensäuregehaltes mit dem Haldenalter von einer neutralen zu einer stark sauren Reaktion; <ul style="list-style-type: none"> – aus Abb. 3 und 4: zeitgleich mit der Versauerung eine starke Abnahme des Nährstoffionen-Gehaltes auf der Haldenoberfläche sowie eine starke Zunahme von Schwermetallionen im Sickerwasser der Haldenumgebung;

- Messen der abiotischen Standortfaktoren Temperatur, Licht, Bodenfeuchte und pH-Wert in einem Waldstück im Rahmen eines Praktikums als Schwerpunktvorhaben „Pflanzenmosaik im Wald“
- Umgang mit Zeigerwerten im Rahmen dieses Praktikums
- Beziehungen zwischen Verbreitung einzelner Pflanzenarten und abiotischen Standortverhältnissen am Beispiel des untersuchten Waldstückes

Selbstständiges Übertragen von Gelerntem und Entwickeln einer Hypothese aus mehreren Teilergebnis der Untersuchung (II/III):

- durch die Schwefelsäurebildung der Thiobazillen und dadurch bedingte Versauerung eine starke Ionenauswaschung;

Selbstständiges Entwickeln einer zusammenfassenden Hypothese durch Verarbeiten komplexer Untersuchungsergebnisse und Teilhypothesen (III):

- Oberfläche einer älteren Bergehalde ein sehr bodensaurer und nährstoffarmer Standort, Haldenumgebung durch ausgewaschene Schwermetalle stark vergiftet;

zu 3:

Anwenden einer bekannten Untersuchungsmethode auf unbekannte Untersuchungsergebnisse (II):

- alle Pflanzenarten zeigen einen hellen, rel. warmen und trockenen Standort an;

Selbstständiges Entwickeln einer Teilhypothese (II/III):

- alle Pflanzenarten weisen auf den durch Ionenauswaschung nährstoffarmen Standort hin, einzelne Arten wie Mauerpfeffer und Rotes Straußgras sogar auf eine extreme Nährstoffarmut;

Selbständiges Übertragen des Gelernten auf eine neue Situation (II):

- die Mehrzahl der Arten wächst auf sauren Böden oder zeigt ein hinsichtlich der Bodenreaktion indifferentes Verhalten;

Entwickeln einer Arbeitshypothese aus einem komplexeren Untersuchungszusammenhang (III):

- einzelne Arten wie die beiden Wau- und Steinkleearten wachsen nur auf schwach sauren Böden, sodass anzunehmen ist, dass einzelne Bereiche der Haldenoberfläche durch Fehlen von Pyrit kaum versauert sind.

Quellen:

Blana, H. u. E. Kretzschmar, 1992

Halden – Typische Sekundärlebensräume im Ruhrgebiet

Praxis d. Naturw. Biol. 6/41: 1–10

Wiggering, H. u. M. Kerth (Hsgr.), 1991

Bergehalden des Steinkohlenbergbaues

Beanspruchung und Veränderung eines industriellen Ballungsraumes

Vieweg Verlag Braunschweig/Wiesbaden, 246 S.

Fritsche W., 1990

Mikrobiologie

UTB Fischer Jena, S. 455ff

Brierly, C.L. , 1985

Bakterien als Helfer im Bergbau

in : Industrielle Mikrobiologie

Spektr. Wiss., Verständl. Forschung: 60–70

5.3.4.2 Beispiel für einen Prüfungsvorschlag im Grundkurs

Aufgabe 1 (Sinnesphysiologie)

„Skorpion auf nächtlicher Jagd“

Skorpione sind Spinnentiere, die sich tagsüber unter Steinen verstecken oder in Sand eingraben und nachts auf Beutefang gehen. Obwohl ihr Seh-, Gehör- und Geruchssinn nicht sehr leistungsfähig ausgeprägt sind, vermögen sie in völliger Dunkelheit Beutetiere wie Käfer, Asseln oder Spinnen, die über die Bodenoberfläche laufen, zu entdecken und sie bis 20 cm Entfernung richtungsgenau anzusteuern. Für die meist erfolgreiche Jagd besitzen sie ein außergewöhnliches Beuteorientierungssystem: An jedem Bein befindet sich ein Spaltsinnesorgan, eine Gruppe spaltförmiger, mit Nervenzellen verbundener Einbuchtungen im äußeren Chitinpanzer, welche geringste Vibrationen am Fußglied zu registrieren vermag. In Abbildung 1 und 2 sind Lage und Funktionsweise des Spaltsinnesorgans grafisch erläutert.

Um die Funktionsweise des Spaltsinnesorgans beim Beutefang genauer zu erfassen, wurden am nordamerikanischen Sandskorpion in einem Kasten mit Sand Untersuchungen zur Beuteorientierung durchgeführt. Dabei wurden den Versuchstieren u.a. Spaltsinnesorgane an jeweils bestimmten der acht Beinen zerstört. Die Beute wurde durch einen kleinen Holzstab, mit dem man leicht auf die Sandoberfläche stieß, simuliert. In der völligen Dunkelheit wurde der Skorpion während des

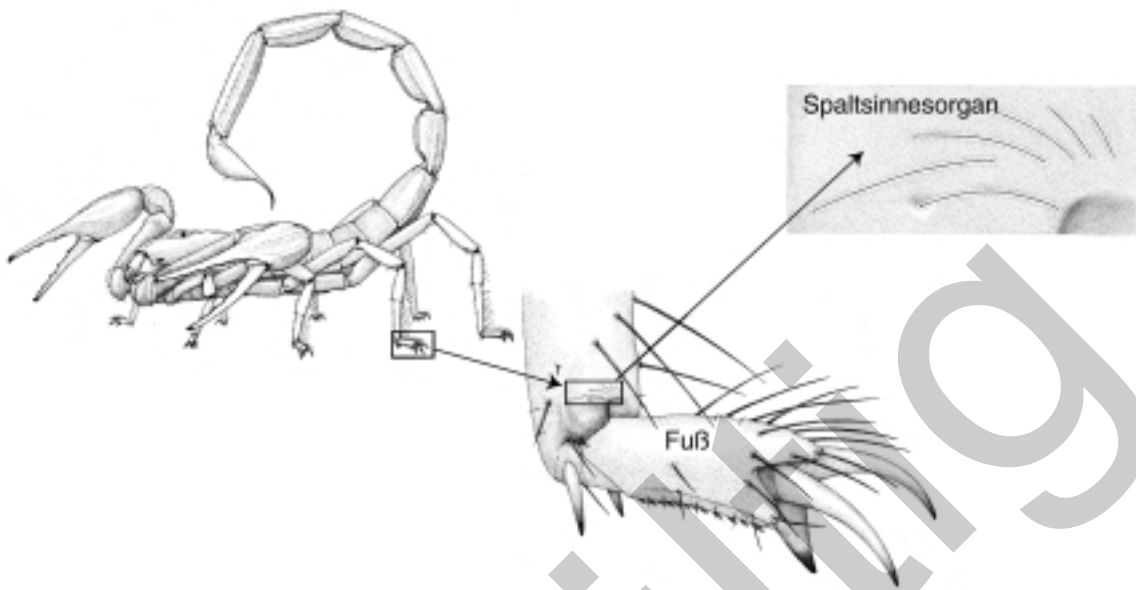
Versuchsablaufes dadurch indirekt sichtbar, dass sein Panzer durch Bestrahlung mit ultraviolettem Licht fluoreszierte (Licht abstrahlte) und somit sein Standort mit Hilfe eines Spezialfilm fotografiert werden konnte.

Wesentliche Versuchsergebnisse sind in den Abbildungen 3a bis 3c grafisch dargestellt.

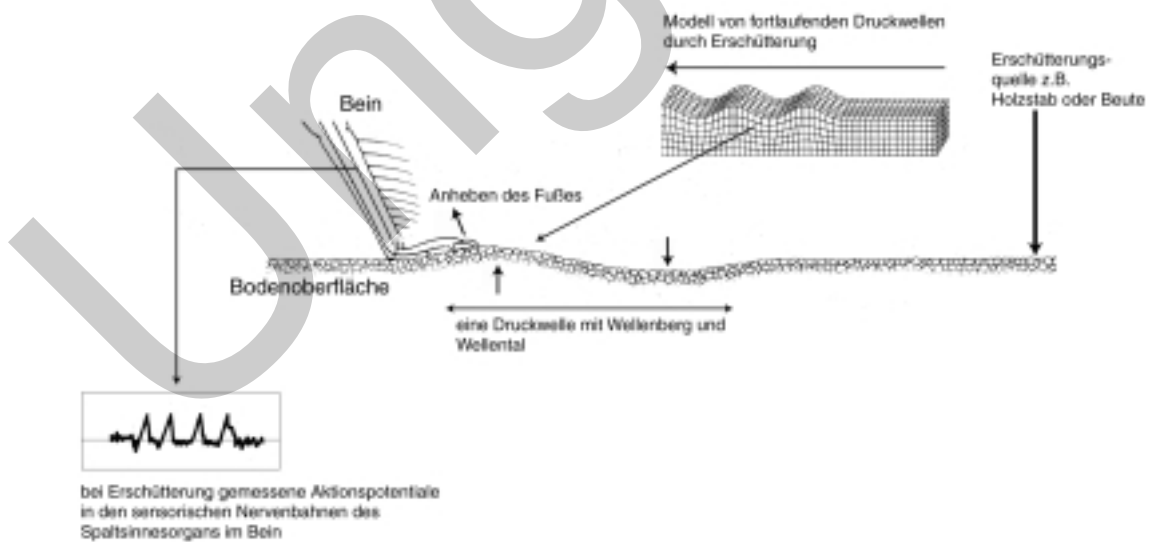
Teilaufgaben:

1. Erklären Sie am Beispiel eines Erschütterungsreizes in Abbildung 2, wie ein Reiz im Axon einer Nervenzelle in Form von Aktionspotentialen umgesetzt und weitergeleitet wird.
2. Stellen Sie die wesentlichen Untersuchungsergebnisse in den Abbildungen 3a bis 3c zusammen.
3. Leiten Sie aus den beigefügten Versuchsergebnissen eine begründete Hypothese ab, wie der Skorpion im Dunkeln so zielsicher seine Beute orten kann.

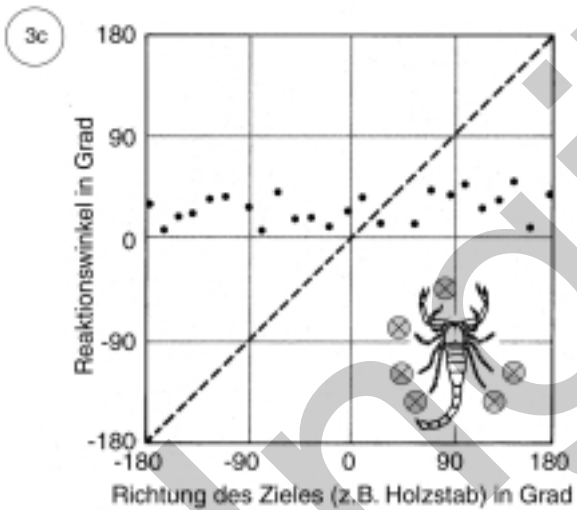
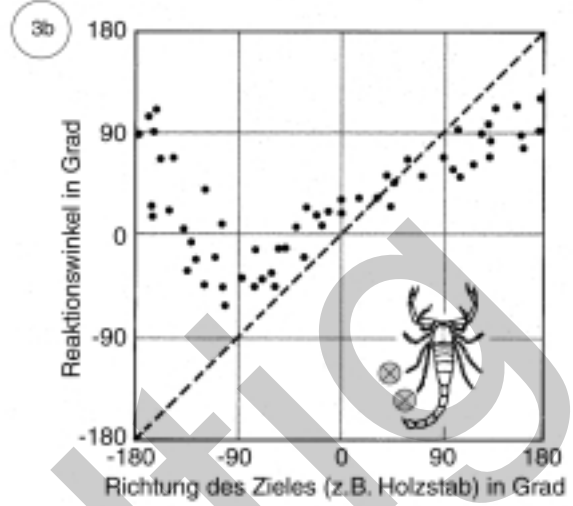
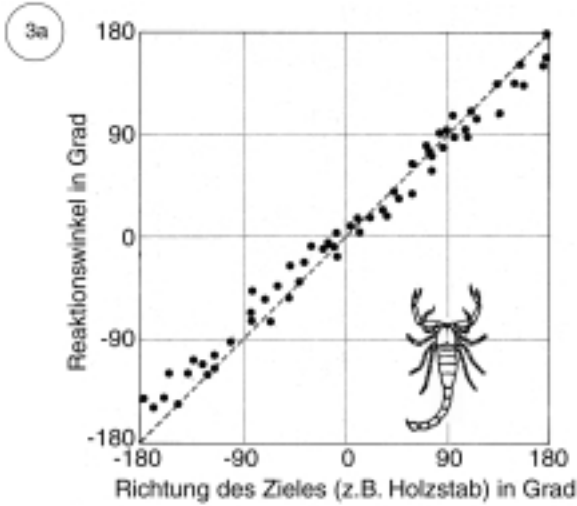
1 Spaltsinnesorgan am Bein eines Skorpions



2 Aufnahme von Erschütterungsreizen



3 Versuchsergebnisse zur Hinwendung des Skorpions zur Erschütterungsquelle

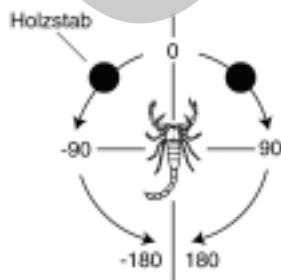


Zeichenerklärung:

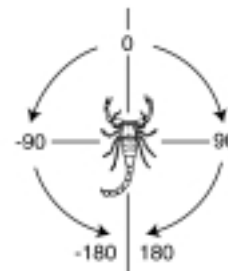
- Einzelmessergebnis
- ⊗ Beine mit zerstörtem Spaltsinnesorgan

Hinweis zur Leserichtung der Versuchsergebnisse:

Richtung des Zieles (Holzstabes)



Wenderichtung (Reaktionswinkel) des Skorpions



Unterrichtliche Voraussetzungen	Erwartete Schülerleistungen
<p>Jahrgangsstufe 13.2</p> <ul style="list-style-type: none"> – Grundlagen der Erregungsleitung im Axon: Ruhepotential, Aktionspotential, Umsetzung der Reizstärke durch Frequenzmodulation – Messergebnisse in Form von Aktionspotentialen bei der Erregung von Nervenzellen an verschiedenen Versuchsobjekten <ul style="list-style-type: none"> – Auswertung von Untersuchungsergebnissen zu Wendreaktionen bei Erdkröten und Gottesanbeterin – Untersuchungen zu Beziehungen zwischen Umweltfaktoren und Verhaltensweisen sowie Reaktionen auf verschiedene Reize im Rahmen eines Schwerpunktvorhabens „Verhaltenspraktikum mit Insekten“ 	<p>zu 1: Wiedergabe eines bekannten biologischen Prozesses (I):</p> <ul style="list-style-type: none"> – Darstellung der Phasen des Aktionspotentials, ausgehend vom Ruhepotential; grobe Darstellung des Ionentransportes; Alles-oder-nichts-Regel; – Messung einer Erschütterungswelle als Aktionspotentialfolge in Nerven des Spaltsinnesorgans → Frequenzmodulation; <p>zu 2: Übertragen bekannter Sachzusammenhänge auf ein unbekanntes Untersuchungsobjekt und unbekanntes Untersuchungsergebnisse (II):</p> <ul style="list-style-type: none"> – 3a: Wenderichtung des Skorpions stimmt mit der Richtung des Zieles genau überein, geringe Streubreite der Messergebnisse; – 3b: beim Ausschalten von Spaltsinnesorganen an den linken hinteren Beinen kann Zielrichtung „hinten links“ nicht wahrgenommen werden, Wenderichtung ist dann die der diagonal gegenüberliegenden Beine (Sinnesorgane), außerdem insgesamt ungenauere Wendeergebnisse; – 3c: beim Ausschalten der meisten Spaltsinnesorgane keine zielgenaue Wenderichtung mehr, unabhängig von der Zielrichtung nur noch eine Wenderichtung um ca 30 Grad → grobe Richtung der intakten vorderen rechten Beine;

- Verschaltung und Verrechnung komplexer Reizinformationen am Beispiel des Auges

zu 3:

Selbstständiges Entwickeln einer Arbeitshypothese durch Zusammenfassen und Auswerten der einzelnen Untersuchungsergebnisse (III):

- mit Hilfe der Spaltsinnesorgane zielgenaue Ortung der Beute im Dunkeln durch Wahrnehmung der von der Beute ausgehenden Erschütterungswellen, die in Nervenimpulsfrequenzen umgesetzt werden;
- dabei genaue Richtungsbestimmung durch die Verrechnung der Impulsinformationen aus allen acht Spaltsinnesorganen
- deshalb nur mit intakten Sinnesorganen an allen acht Beinen möglich.

Quelle:

Brownell, P.H. (1985)

Vibrationssinn: Beuteortung beim Skorpion

Spektrum d. Wissenschaft 2/85: 84–92

Aufgabe 2 (Ökologie)

„Bergehalden – neuartiger Lebensraum in Bergbauregionen“

In Bergbauregionen wie etwa im Ruhrgebiet gehören Bergehalden zum typischen Landschaftsbild. Sie bestehen aus kohleleerem Gesteinsmaterial, welches aus mehreren hundert Meter Tiefe zu Tage befördert und zu einem aus der Landschaft aufragenden Haldenkörper aufgeschüttet wurde.

Diese Haldenkörper besitzen für die Pflanzenwelt besondere Standort- und Mikroklimabedingungen.

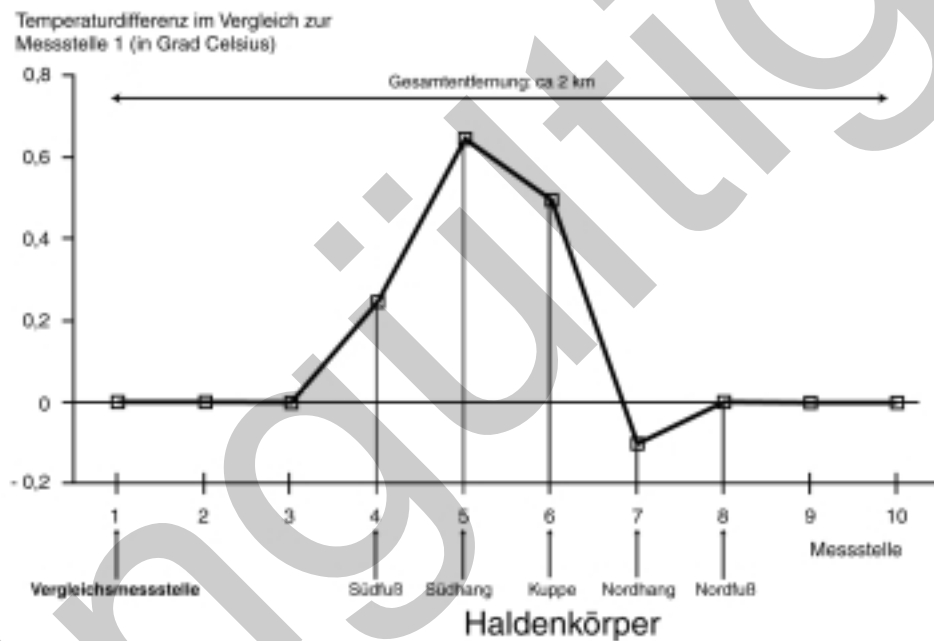
In Abbildung 1 und 2 sind Messergebnisse zu abiotischen Standortfaktoren an und auf dem Haldenkörper zusammengestellt.

Außerdem sind zwei Listen mit typischen Pflanzenarten von zwei verschiedenen Standorten älterer Halden mit ihren Zeigerwerten für Beleuchtungsstärke, Standortwärme und Bodenfeuchtigkeit beigefügt.

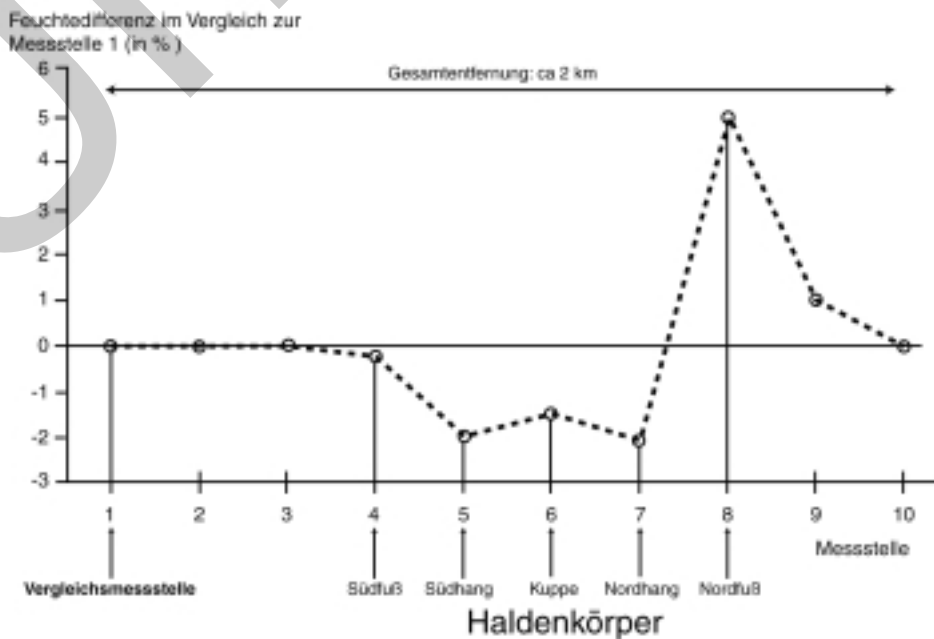
Teilaufgaben:

1. Leiten Sie aus den Abbildungen 1 und 2 ab, welche besonderen Temperatur- und Feuchtebedingungen die Bergehalde im Vergleich zur Haldenumgebung bietet.
2. Erläutern Sie an Beispielen aus der Tabelle, welche Aussagekraft und welche Anwendungsmöglichkeiten die Pflanzenzeigerwerte haben.
3. Leiten Sie aus den Zeigerwerttabellen der beiden Pflanzenlisten die jeweiligen abiotischen Standortverhältnisse des Haldenbereiches her und ordnen Sie dann jeden der beiden Standorte unter Einbeziehung Ihrer Ergebnisse aus Aufgabe 1. einem konkreten Bereich des Haldenkörpers zu.

1



2



Standort 1

Pflanzenart	Zeigerwerte			Wuchsform	Besondere Herkunft
	L	T	F		
Berufskraut, Kanadisches	8	6	4	K	Nordamerika
Bruchkraut, Kahles	8	6	3	K	
Dürrwurzalant	6	6	4	K	
Greiskraut, Klebriges	8	6	3	K	
Habichtskraut, Dolden-	6	6	4	K	
Habichtskraut, Florentiner	9	6	4	K	
Hängebirke	7	x	x	S/B	
Johanneskraut, Tüpfel-	8	x	4	K	
Mauerpfeffer	8	5	1	K	
Möhre, Wilde	8	6	4	K	
Nachtkerze, Gemeine	9	7	3	K	Nordamerika
Natternkopf	9	6	4	K	Nordamerika
Robinie	5	6	4	S/B	
Sandkraut	8	5	x	K	
Schaumkresse	9	x	4	K	Osteuropa
Schleifenblume	7	7	4	K	Südeuropa Ostasien
Sommerflieder	8	7	4	S	
Steinklee, Gemeiner	8	6	3	K	
Steinklee, Weißer	9	6	3	K	
Straußgras, Rotes	7	x	x	K	
Wau, Färber-	8	7	3	K	

Standort 2

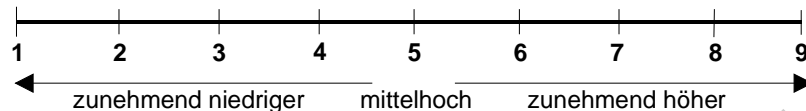
Pflanzenart	Zeigerwerte			Wuchsform	Besondere Herkunft
	L	T	F		
Aster, Neubelgische	9	6	6	K	Nordamerika
Beifuß	7	6	6	K	
Brennnessel, Große	x	x	6	K	
Goldrute, Kanadische	8	6	x	K	
Habichtskraut, Glattes	7	5	5	K	
Habichtskraut, Brennnessel-	4	x	5	K	
Hängebirke	7	x	x	B	
Holunder, Schwarzer	7	5	5	S	
Kratzbeere	6	5	x	S	
Johanneskraut, Tüpfel-	8	x	4	K	
Landreitgras	7	5	x	K	Nordamerika
Möhre, Wilde	8	6	4	K	
Rainfarn	8	6	5	K	
Robinie	5	6	4	B	
Salweide	7	x	6	S/B	
Silberpappel	5	7	7	S/B	Südeuropa
Straußgras, Rotes	7	x	x	K	
Tausendgüldenkraut, Echtes	8	6	5	K	

Zeichenerklärung:

- | | | | |
|----------|--------------------|----------|-------------|
| L | Beleuchtungsstärke | K | Kraut, Gras |
| T | Standortwärme | S | Strauch |
| F | Bodenfeuchtigkeit | B | Baum |

Zeigerwerte:

Stärke/Gehalt des einzelnen Standortfaktors:



Unterrichtliche Voraussetzungen	Erwartete Schülerleistungen
<p>Jahrgangsstufe 13.1:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Homologie- und Analogieschlüsse; Kriterien zum Erkennen von Homologien: Kriterium der Lage (Beispiele Wirbeltierextremitäten, Insektenmundwerkzeuge), Kriterium der spezifischen Qualität (Beispiel Säugetierzahn – Placoidschuppe bei Hai/Rochen), Kriterium der Kontinuität (Beispiel Fuß/Gebiss bei Pferdeartigen) – Anwenden von Homologiekriterien sowie Ableitung von Progressionsreihen bei der Rekonstruktion von Pflanzenfossilien im Rahmen eines Schwerpunktvorhabens „Pflanzen erobern das Land“ 	<p>zu 1 Darstellung bekannter biologischer Sachverhalte und Methoden (I):</p> <ul style="list-style-type: none"> – Erläuterung der Homologiekriterien; – Durch Aufdeckung von Homologien Rückschluss auf eine gemeinsame Abstammung und einen funktionsbedingten Anpassungsprozess;
<p>Jahrgangsstufe 13.1 mit Bezug auf Jahrgangsstufe 11.2:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Funktion von Laubblatt, Kelchblatt, Blütenblatt, Staubblatt und Fruchtblatt; 	<p>zu 2 aus Abbildung 1: Selbstständiges Anwenden einer bekannten Methode auf ein unbekanntes Beispiel (II):</p>
<p>Jahrgangsstufe 13.1:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Progressionsreihen als Hinweis auf eine Stammesentwicklung und eine phylogenetische Verwandtschaft am 	<ul style="list-style-type: none"> – bei der Christrose Entwicklung einer Homologiereihe vom Laubblatt zum Kronblatt;

Beispiel von Übergangsentwicklungen vom Wasser zum Landleben bei Sprosssystem, Stelärsystem, Blattsystem von Gefäßpflanzen

Entwickeln einer Hypothese auf der Grundlage der selbstständigen Auswertung (III):

- dabei Funktionwechsel vom Assimilations- zum Anlockungsorgan;

aus Abbildung 2:

Selbständiges Anwenden einer bekannten Methode auf ein unbekanntes Beispiel (II):

- Progressionsreihe vom Staubblatt über Honigdrüsenblatt zum Kronblatt: Sumpfdotterblume/Winterling Honigblatt noch staubblattähnlich, bei Hahnenfuß großes sichtbares Kronblatt;

Entwickeln einer Hypothese auf der Grundlage der selbstständigen Auswertung (III):

- dabei Funktionswechsel vom Fortpflanzungs- zum Anlockungsorgan;

Aufstellen einer zusammenfassenden Arbeitshypothese (III):

- beim Hahnenfuß: Entwicklung vom Blütenblatt oder Laubblatt zum Kelchblatt, Honigblatt als optisches Anlockungsorgan somit analog den Kronblättern der übrigen drei Arten;
- dabei Funktionswechsel Anlockung – Schutz.

Quellennachweis:

Frohne, D. u. U. Jensen 1973
Systematik des Pflanzenreiches
Verlag G. Fischer, Stuttgart

Zur Demonstration:

Frische bzw. herbarisierte Blatt- und Blütenformen der Hahnenfußgewächse an folgenden Beispielen:

- scharfer Hahnenfuß
- Christrose
- Trollblume
- Winterling

5.4 Die mündliche Abiturprüfung

Für die mündliche Prüfung gelten im Grundsatz die gleichen Anforderungen wie für die schriftliche Prüfung.

Die Prüfung ist insgesamt so anzulegen, dass der Prüfling

- sicheres, geordnetes Wissen,
- Vertrautheit mit der Arbeitsweise des Faches,
- Verständnis und Urteilsfähigkeit,
- selbstständiges Denken,
- Sinn für Zusammenhänge des Fachbereichs,
- Darstellungsvermögen

beweisen kann.

Der Prüfling soll im ersten Teil die vorbereitete Aufgabe im zusammenhängenden Vortrag zu lösen versuchen. In einem zweiten Teil sollen vor allem größere fachliche und fachübergreifende Zusammenhänge in einem Prüfungsgespräch angesprochen werden.

5.4.1 Aufgabenstellung für den ersten Teil der mündlichen Prüfung

Für jede Prüfung ist dem Prüfling eine für ihn neue, begrenzte Aufgabe zu stellen. Eine ausschließlich oder vorrangig auf Reproduktion ausgerichtete Aufgabe entspricht nicht den Prüfungsanforderungen.

Die Aufgabenarten sind grundsätzlich die gleichen wie bei der schriftlichen Abiturprüfung (s. dazu Kapitel 5.3.1). Doch ist bei der Aufgabenstellung die zeitliche Begrenzung durch die Dauer der Vorbereitungszeit und die verfügbare Vortragszeit zu beachten. Die Vorbereitungszeit beträgt im Fach Biologie in der Regel dreißig Minuten. Der erste Prüfungsteil sollte zehn bis fünfzehn Minuten nicht überschreiten.

Die Aufgabe für diesen ersten Teil der Prüfung wird daher Material von geringerem Umfang und ggf. weniger komplexe Arbeitsanweisungen enthalten als die Aufgaben für die schriftliche Prüfung.

In der mündlichen Prüfung sind gegenüber der schriftlichen Prüfung methodisch vielfältigere Möglichkeiten gegeben. Es kann hier nicht nur die Kenntnis von Arbeitsweisen sondern auch die Fähigkeit zum Umgang mit diesen geprüft werden. Die Aufgabenart – Durchführung und Bearbeitung von praktischen Übungen oder Schülerexperimenten – wird hier wegen der geringeren Zahl von Prüflingen pro Aufgabe häufiger eingesetzt werden können als in der schriftlichen Abiturprüfung.

So sind folgende Aufgabenarten zusätzlich möglich:

- Aufgaben, für die Untersuchungsobjekte nur kurzfristig als sicher verfügbar angesehen werden können (z. B. lebende Organismen, Zellen in bestimmten Entwicklungsstadien usw.)

- Aufgaben, für die das Arbeitsmaterial nur in geringer Anzahl bereitgestellt werden kann (z. B. Experimentiergeräte, Modelle, Schauobjekte, Mikropräparate usw.).

Handelt es sich im ersten Teil der mündlichen Prüfung um eine solche praktisch anzugehende Aufgabe, bei der während der Prüfungsvorbereitung Arbeitsergebnisse zu erbringen sind, so sind diese bereits beim Erstellen der Aufgabe von der Prüferin, dem Prüfer zu sichern. Auf diese Weise ist es möglich, beim eventuellen Misslingen des Experimentes dem Prüfling die erforderlichen Daten für die weitere Bearbeitung zur Verfügung zu stellen.

Die Aufgabenstellung für den ersten Prüfungsteil sollte so angelegt sein, dass sich aus ihr das Prüfungsgespräch über größere fachliche Zusammenhänge im zweiten Prüfungsteil entwickeln und entfalten kann.

Die Aufgabe (einschließlich des Materials) wird der Schülerin bzw. dem Schüler schriftlich vorgelegt. Gehörte Texte können nicht Gegenstand des ersten Teils der mündlichen Prüfung sein.

5.4.2 Aufgabenstellung für den zweiten Teil der mündlichen Prüfung

Der zweite Teil der Prüfung besteht aus einem Prüfungsgespräch, das vor allem größere fachliche und fachübergreifende Zusammenhänge überprüfen soll, die sich aus der Aufgabe für den ersten Teil ergeben und zu einem Sachgebiet aus einem anderen Leitthema überleiten.

Das Prüfungsgespräch ist so zu führen, dass der Prüfling auch Anwendungsbezüge, fachübergreifende Sichtweisen sowie eigene Bewertungen einbringen kann.

Der zweite Teil der Prüfung lässt sich nur in sehr begrenztem Umfang planen, da der Ablauf stark von den Leistungen bestimmt ist, die der Prüfling im ersten Teil erbracht hat.

Wenn der Prüfling zu einem Prüfungsgespräch unter Erweiterung und Vertiefung der Aufgabenstellung für den ersten Prüfungsteil nicht in der Lage ist, muss unmittelbar ein anderes Sachgebiet überprüft werden. Es würde dem Sinn des zweiten Prüfungsteils widersprechen, wenn der Prüfende den Prüfling unter starker Führung die Lösung der Aufgabe für den ersten Prüfungsteil noch einmal versuchen ließe.

Der zweite Teil der Prüfung sollte etwa die Hälfte der Gesamtprüfungszeit in Anspruch nehmen.

5.4.3 Bewertung der Prüfungsleistungen

Bewertungskriterien

Für die Bewertung der Prüfungsleistungen gelten in der mündlichen Prüfung die gleichen Grundsätze wie für die schriftliche Prüfung (s. dazu 4.4.3.4 (5)).

Es sollen die fachlichen Qualifikationen wie auch die Fähigkeit das vorhandene Sachwissen in komplexe Zusammenhänge einzuordnen und der Grad der selbstständigen Leistung bei der Bewertung Berücksichtigung finden. Fachliche Qualifikationen umfassen die sachliche Richtigkeit und Vollständigkeit der abgefragten Inhalte aber auch die Kenntnis und die adäquate Anwendung naturwissenschaftlicher Fachmethoden.

Die der Struktur der Prüfungsaufgabe zugrundeliegenden Anforderungsbereiche sind dabei zu beachten (s. dazu 4.4.2).

Im Einzelnen sind zu nennen:

- Exaktes Beobachten und Beschreiben biologischer Objekte, Sachverhalte und Untersuchungsergebnisse
- Planen, Auswerten und Bewerten biologischer Untersuchungen
- Auflösen komplexer biologischer Sachverhalte in überschaubare Teilstrukturen und Teilprozesse zum Zwecke der Kausalanalyse
- Wiedererkennen bekannter Strukturen und Funktionsabläufe in unbekanntem Zusammenhängen
- Auffinden spezifischer Unterschiede von Strukturen und Zusammenhängen und Herausarbeiten des biologischen Prinzips
- Zusammentragen und Ordnen biologischer Daten zur Entwicklung von generalisierenden Aussagen
- Zusammenstellung von Untersuchungsergebnissen in verschiedener Darstellungsform, wie Tabellen, Graphen, Diagrammen, Texten u. a.
- Darstellen biologischer Zustände, Vorgänge und Gesetzmäßigkeiten mit Hilfe von Modellen und Schemata
- Beurteilen der Aussagekraft biologischer Gesetze, Hypothesen und Modellvorstellungen
- Referieren über einen biologischen Sachverhalt in sprachlich verständlichen und logischen Zusammenhängen
- Sachgerechtes Argumentieren, auf Fragen und Einwände eingehen und gegebene Hilfen und Ideen aufgreifen
- Einbeziehen von Alltagserfahrungen, von Kenntnissen und Methoden aus anderen Teildisziplinen der Biologie für die Bearbeitung biologischer Fragestellungen
- Fachübergreifend und fächerverbindend denken und adäquate Fragestellungen und Lösungen entwickeln können
- Anwenden der Fachsprache bei der Darstellung biologischer Zusammenhänge.

Außerdem ergeben sich für das Prüfungsgespräch im zweiten Teil ergänzende Bewertungskriterien wie z. B.:

- richtiges Erfassen von Fachfragen
- sach- und adressatengerechtes Antworten
- Erkennen und Erläutern von Schwierigkeiten, die im Gespräch auftreten
- Einbringen und Verarbeiten weiterführender Fragestellungen im Verlauf des Prüfungsgesprächs
- Souveränität und klare Gedankenführung.

5.4.4 Beispiel für eine mündliche Abiturprüfung

5.4.4.1 1. Teil: Prüfungsaufgabe

„Die Blüten der Hahnenfußgewächse“

Die Hahnenfußgewächse sind eine weit verbreitete einheimische Pflanzenfamilie. Sie besitzen einen typischen Blütenaufbau:

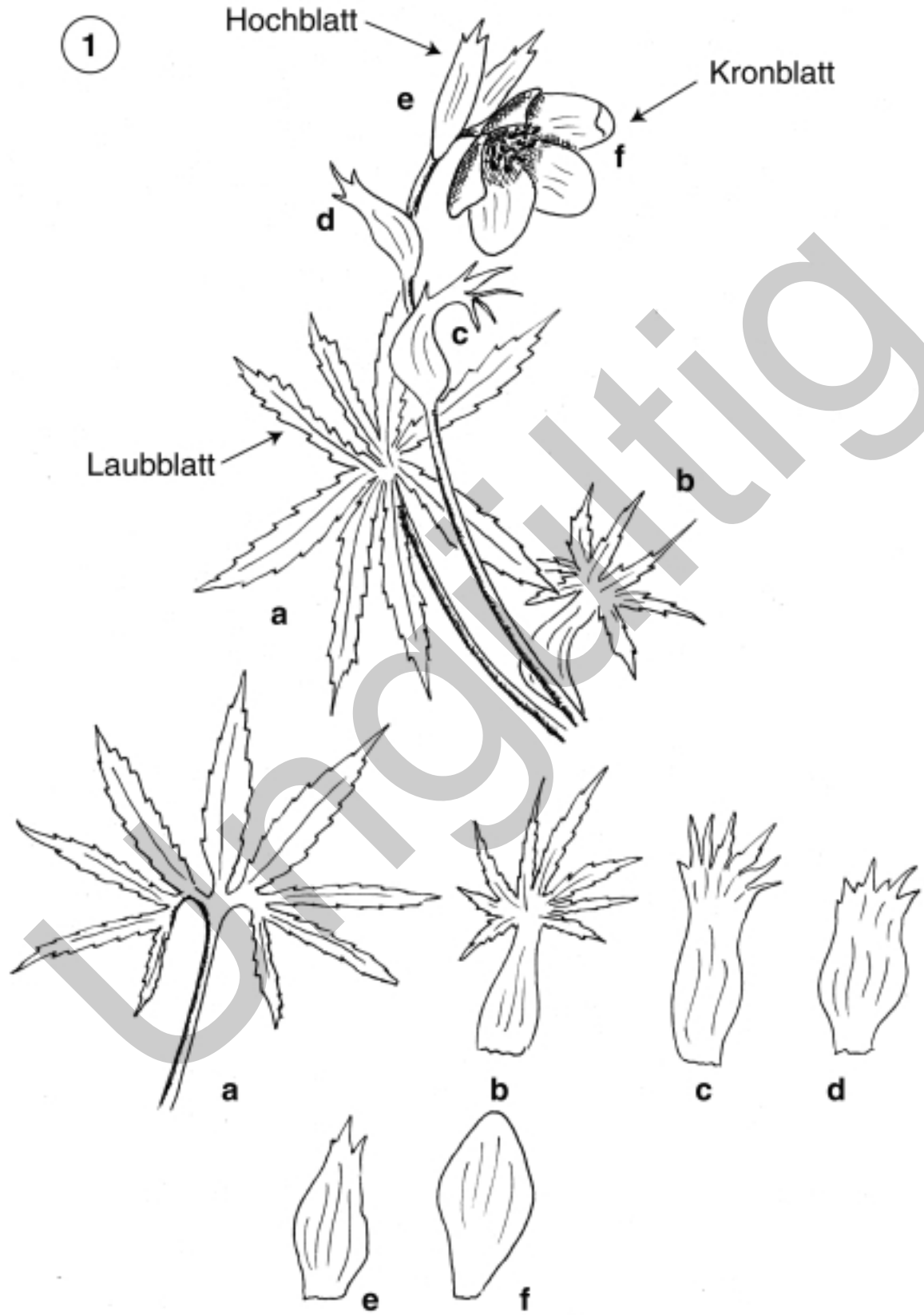
Um die ganz innen stehenden Fruchtblätter gruppieren sich meist drei weitere Kränze von Blütenblättern. Dabei bilden die Staubblätter den an die Fruchtblätter angrenzenden inneren Kranz.

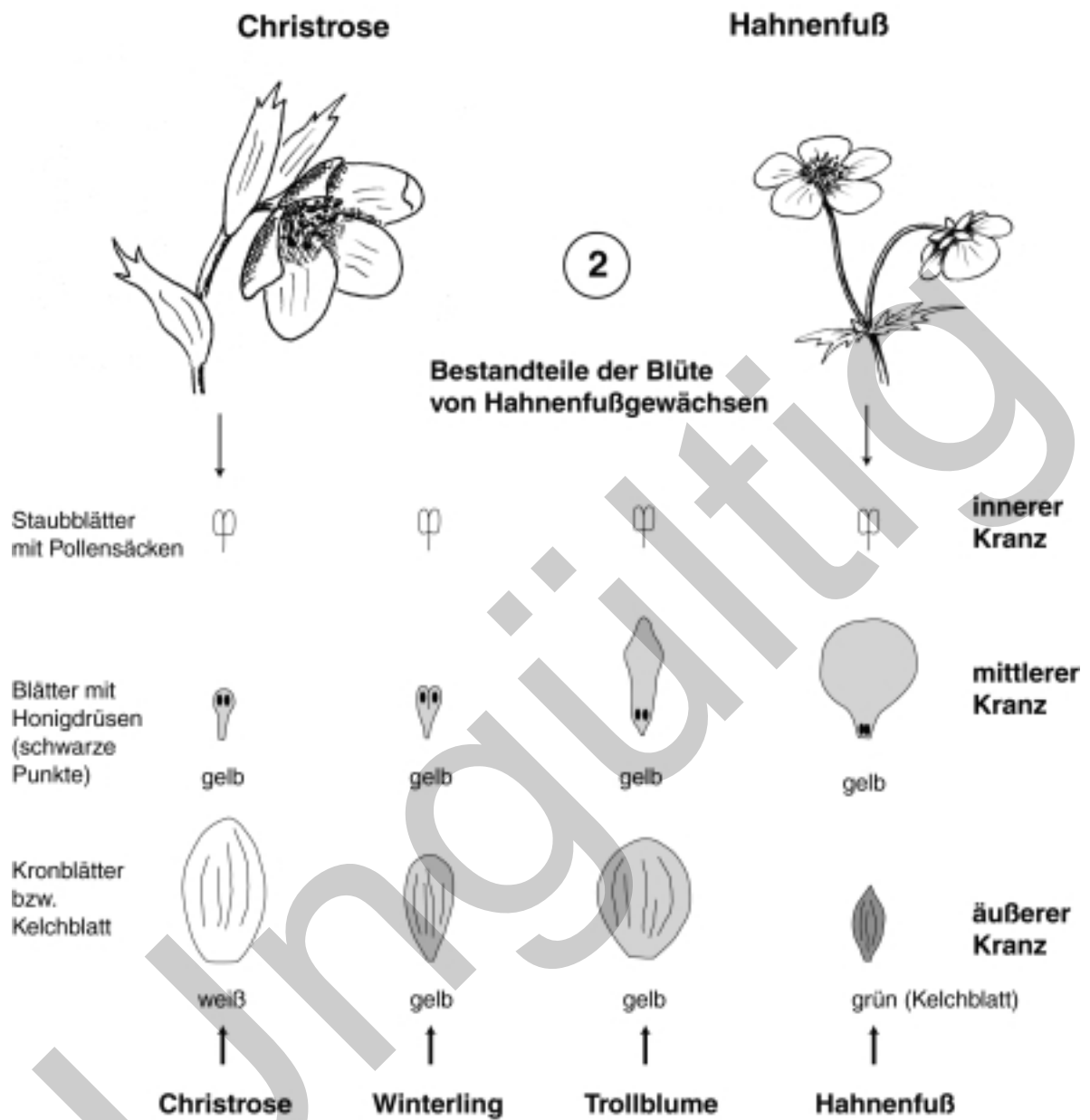
Auf dem Arbeitsblatt ist in Abbildung 1 und 2 von einigen Arten der Bau der verschiedenen Blütenblätter und zusätzlich von einer Art der Bau der Laubblätter dargestellt.

Teilaufgaben:

1. Verdeutlichen Sie am Beispiel der vorliegenden Materialien (Pflanzenmaterialien/ Arbeitsblätter) sowie an weiteren Beispielen Homologiekriterien und erläutern Sie daran die grundlegende Bedeutung von Homologieschlüssen als Hinweis auf ein Evolutionsgeschehen.
2. Vergleichen Sie den Blütenaufbau der 4 Hahnenfußarten miteinander und leiten Sie aus den Darstellungen in Abbildung 1 und 2 eine Hypothese her, wie die Blättorgane des mittleren und äußeren Blütenkranzes entstanden sein könnten. Beachten Sie bei der Begründung Ihrer Hypothese und der Progressionsrichtung auch die Funktion von Laubblättern und den unterschiedlichen Blütenblättern.

Christrose





Unterrichtliche Voraussetzungen	Erwartete Schülerleistungen
<p>Jahrgangsstufe 13.1:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Homologie- und Analogieschlüsse; Kriterien zum Erkennen von Homologien: Kriterium der Lage (Beispiele Wirbeltierextremitäten, Insektenmundwerkzeuge), Kriterium der spezifischen Qualität (Beispiel Säugetierzahn – Placoidschuppe bei Hai/ Rochen), Kriterium der Kontinuität (Beispiel Fuß/ Gebiss bei Pferdeartigen) – Anwenden von Homologiekriterien sowie Ableitung von Progressionsreihen bei der Rekonstruktion von Pflanzenfossilien im Rahmen eines Schwerpunktvorhabens „Pflanzen erobern das Land“ 	<p>zu 1 Darstellung bekannter biologischer Sachverhalte und Methoden (I):</p> <ul style="list-style-type: none"> – Erläuterung der Homologiekriterien; – Durch Aufdeckung von Homologien Rückschluss auf eine gemeinsame Abstammung und einen funktionsbedingten Anpassungsprozess;
<p>Jahrgangsstufe 13.1 mit Bezug auf Jahrgangsstufe 11.2:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Funktion von Laubblatt, Kelchblatt, Blütenblatt, Staubblatt und Fruchtblatt; 	<p>zu 2 aus Abbildung 1: Selbstständiges Anwenden einer bekannten Methode auf ein unbekanntes Beispiel (II):</p>
<p>Jahrgangsstufe 13.1:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Progressionsreihen als Hinweis auf eine Stammesentwicklung und eine phylogenetische Verwandtschaft am Beispiel von Übergangsentwicklungen vom Wasser zum Landleben bei Sprosssystem, Stelärsystem, Blattsystem von Gefäßpflanzen 	<ul style="list-style-type: none"> – bei der Christrose Entwicklung einer Homologiereihe vom Laubblatt zum Kronblatt; <p>Entwickeln einer Hypothese auf der Grundlage der selbstständigen Auswertung (III):</p> <ul style="list-style-type: none"> – dabei Funktionwechsel vom Assimilations- zum Anlockungsorgan;
	<p>aus Abbildung 2: Selbstständiges Anwenden einer bekannten Methode auf ein unbekanntes Beispiel (II):</p> <ul style="list-style-type: none"> – Progressionsreihe vom Staubblatt über Honigdrüsenblatt zum Kronblatt: Sumpfdotterblume/Winterling Honigblatt noch staubblattähnlich, bei Hahnenfuß große sichtbares Kronblatt;

Entwickeln einer Hypothese auf der Grundlage der selbstständigen Auswertung (III):

- dabei Funktionswechsel vom Fortpflanzungs- zum Anlockungsorgan;

Aufstellen einer zusammenfassenden Arbeitshypothese (III):

- beim Hahnenfuß: Entwicklung vom Blütenblatt oder Laubblatt zum Kelchblatt, Honigblatt als optisches Anlockungsorgan somit analog den Kronblättern der übrigen drei Arten;
- dabei Funktionswechsel Anlockung – Schutz.

Quellennachweis:

Frohne. D. u. U. Jensen 1973
Systematik des Pflanzenreiches
 Verlag G. Fischer, Stuttgart

Zur Demonstration:

Frische bzw. herbarisierte Blatt- und Blütenformen der Hahnenfußgewächse an folgenden Beispielen:

- scharfer Hahnenfuß
- Christrose
- Trollblume
- Winterling

5.4.4.2 2. Teil: Prüfungsgespräch

Es sind zwei mögliche Gesprächsverläufe dargestellt.

Gesprächsleitlinie	zu erwartende Schülerbeiträge	unterrichtliche Voraussetzungen
<p>Direkter Anschluss an den ersten Prüfungsteil</p> <p>Frage nach ergänzenden Verfahren zur Aussage über phylogentische Verwandtschaftsbeziehungen</p>	<p>Wiedergabe von bekannten Sachverhalten (I):</p> <ul style="list-style-type: none"> – Serologische Untersuchungen – Sequenzanalyse von Proteinen – DNA-Hybridisierungs- 	<p>Jahrgangsstufe 13.1:</p> <p>Evolutionshinweise aus der Morphologie (Extremitätenvergleich), Biochemie (Cytochrom c), Molekularbiologie (DNA-Hybridisierung, Präzi-</p>

<p>Eines der Verfahren, hier die DNA-Hybridisierung, soll genauer beschrieben und in seiner Aussagekraft mit den Homologieschlüssen aus dem 1. Prüfungsteil verglichen werden</p>	<p>methode Darlegung einer bekannten Verfahren-technik (I): Zusammenstellen der wichtigsten Teilschritte der DNA-Hybridisierung; vergleichende Bewertung der Aussagekraft verschiedener Verfahren (III) Aussagen zur Genauigkeit und zur Irrtumswahrscheinlichkeit von anatomischen Homologieschlüssen und DNA-Hybridisierungsergebnissen</p>	<p>pitintest) Jahrgangsstufe 13.1: Vergleich und Beurteilung unterschiedlicher Analysemethoden an Beispielen von anatomisch-morphologischen Homologieschlüssen und serologischen Untersuchungen; Aufstellen und Lesen verschiedener Dendrogramme zur Primatenevolution im Rahmen eines Schwerpunktvorhabens „Trends in der Primatenevolution“</p>
<p>Weiterführung des Gespräches zu einem anderen Themenfeld 1. Variante: Aspekte der Molekulargenetik</p> <p>Anknüpfend an die Hautkrankheit Xeroderma pigmentosum sollen die Art der genetischen Schädigung und das DNA-Reparatursystem auf molekularer Basis erklärt werden</p> <p>Frage nach der molekularbiologischen Ursache von Hautkrebs</p> <p>Frage nach der Erhöhung des Hautkrebsrisikos beim Sonnenbaden durch Umweltveränderungen</p> <p>Vergleich der molekularbiologischen Ursachen von Xeroderma und Melanombildung sowie Formulierung einer Hypothese zur Überprüfung der jeweiligen Auswirkungen</p>	<p>Wiedergabe von bekannten Sachverhalten (I):</p> <ul style="list-style-type: none"> – genetische Ursache (Quervernetzung von DNA-Basen) – Excisionsreparatur der DANN – Enzymdefekt bei der Krankheit Xeroderma <p>Selbstständiges Auswählen und Ordnen von bekannten Sachverhalten (II):</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zusammenhang UV-Strahlung – Krebsauslösung – Bedeutung und Veränderung von Onkogenen – Erhöhung der UV-Strahlung und dadurch des Krebsrisikos durch Schädigung der Ozonschicht <p>Selbstständiges Entwickeln von Arbeitshypothesen durch den Vergleich von Befunden (III): Gegenüberstellung von:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Enzymdefekt – Defekt bei 	<p>Jahrgangsstufe 12.1: Schwerpunktvorhaben „DNA-Reparatur – ein Selbstschutz der Zelle“: – Ursachen von Xeroderma pigmentosum – Reparaturmechanismen bei der DNA</p> <p>Jahrgangsstufe 12.1: Ursachen und Risikofaktoren von Krebserkrankungen im Zusammenhang mit der Genregulation</p> <p>Jahrgangsstufe 12.1: Ursache-Wirkungsgefüge bei vererbten Enzymdefekten am Beispiel von Xeroderma pigmentosum</p>

auf Zelle und Organismus

Weiterführung des Gespräches zu einem anderen Themenfeld

2. Variante: Aspekte der Ökologie

Frage nach der Auswirkung der Umwandlung einer Wirtschaftswiese in eine Brachfläche auf die Biozönose durch Nutzungsaufgabe

Anhand dieses Fallbeispiels sollen mögliche ökologische und landschaftsplanerische Bewertungskriterien genannt werden

Zusätzlicher Aspekt, falls zur Klärung der Prüfungsbewertung notwendig und die Zeit noch reicht:

Neuer Nutzungsanspruch auf die Brachfläche
Überplanung der Fläche als Freizeitpark
Mögliche Argumente/Vorschläge aus Sicht des Naturschutzes

- der Genregulation
- betroffen Organismus – einzelne Zellen
- vererbt – individuell erworben

Selbstständiges Übertragen und Ordnen von bekannten Sachverhalten auf eine veränderte Situation (II):
Veränderung der Artenzusammensetzung und der Artenvielfalt durch Wegfall des regelm. menschlichen Eingriffs und der dadurch veränderten Konkurrenzbeziehungen

Selbstständiges Anwenden einer bekannten Methode (II):
Bewertender Vergleich von Wirtschaftswiese und Brachland mittels der Kriterien „Artenzahl“, „Artenvielfalt“ und „Artenseltenheit“

Selbstständiges Entwickeln einer Arbeitshypothese und Argumentationsgrundlage (III):

- Bewertungsvergleich von Brachfläche und Freizeitpark mittels landschaftsökologischer Kriterien
- Hinterfragen der Notwendigkeit eines Freizeitparks
- alternative, ökologisch verträglichere Nutzungsplanung, z.B. naturnahe Naherholungsfläche mit Lehrpfad

Jahrgangsstufe 12.2:
Praktische Untersuchungen am Beispiel des Ökosystems Wiese/Weide;

Vergleich von Wiesen mit unterschiedlicher Art und Intensität der Bewirtschaftung

Artenseltenheit und Artenvielfalt als Bewertungskriterien am Beispiel des Vergleichs von Pflanzengesellschaften verschiedener Biotoptypen

Teilnahme an der öffentlichen Vorstellung eines Bebauungsplanes für ein Baugebiet auf landwirtschaftlicher Nutzfläche; Erörterung von Art und Umfang der Ausgleichsmaßnahmen

Ungültig

5.5 Die besondere Lernleistung

Die Absicht, eine besondere Lernleistung zu erbringen, muss spätestens am Ende der Jahrgangsstufe 12 bei der Schule bzw. bei der Schulleiterin oder beim Schulleiter angezeigt werden. Die Schulleitung entscheidet in Abstimmung mit der Lehrkraft, die als Korrektor vorgesehen ist, ob die beantragte Arbeit als besondere Lernleistung zugelassen werden kann. Die Arbeit ist nach den Maßstäben und dem Verfahren für die Abiturprüfung zu korrigieren und zu bewerten. In einem Kolloquium, das im Zusammenhang mit der Abiturprüfung nach Festlegung durch die Schule stattfindet, stellt der Prüfling vor einem Fachprüfungsausschuss die Ergebnisse der besonderen Lernleistung dar, erläutert sie und antwortet auf Fragen. Die Endnote wird auf Grund der insgesamt in der besonderen Lernleistung und im Kolloquium erbrachten Leistungen gebildet, eine Gewichtung der Teilleistungen findet nicht statt. Bei Arbeiten an denen mehrere Schülerinnen und Schüler beteiligt waren, muss die individuelle Schülerleistung erkennbar und bewertbar sein.

6 Hinweise zur Arbeit mit dem Lehrplan

Aufgaben der Fachkonferenzen

Nach § 7 Abs. 3 Nr.1 des Schulmitwirkungsgesetzes entscheidet die Fachkonferenz über

- Grundsätze zur fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit sowie über
- Grundsätze zur Leistungsbewertung.

Die Beschlüsse der Fachkonferenz gehen von denen im vorstehenden Lehrplan festgelegten obligatorischen Regelungen aus und sollen die Vergleichbarkeit der Anforderungen sicherstellen. Hierbei ist zu beachten, dass die Freiheit und Verantwortung der Lehrerinnen und Lehrer bei der Gestaltung des Unterrichts und der Erziehung durch Konferenzbeschlüsse nicht unzumutbar eingeschränkt werden dürfen (§ 3 Abs. 2 SchMG).

Bei kooperierenden Schulen müssen die Absprachen mit allen beteiligten Fachkonferenzen erfolgen. Die Fachkonferenz berät und entscheidet z. B. in den folgenden Bereichen:

Fachspezifische Aussagen zu Inhalten und Methoden

- Präzisierung der fachlichen Obligatorik und Maßnahmen zur Sicherung der Grundlagenkenntnisse (vgl. Kapitel 2.3).
- Absprachen zu den fachspezifischen Grundlagen der Jahrgangsstufe 11 (vgl. Kapitel 2.3). Hier können ggf. auch Absprachen mit Fachkonferenzen anderer Schulformen der Sekundarstufe I, aus denen Schülerinnen und Schüler in die Sekundarstufe II kommen, erforderlich sein.
- Absprachen über die konkreten fachspezifischen Methoden und konkreten Formen selbstständigen Arbeitens (vgl. Kapitel 3.2.2).
- Absprachen über den Rahmen von Unterrichtssequenzen (vgl. Kapitel 3.4).
- Absprachen über die Formen fachübergreifenden Arbeitens und den Beitrag des Faches zu fächerverbindendem Unterricht (vgl. Kapitel 3.2.3).
- Koordination des Einsatzes von Facharbeiten (vgl. Kapitel 3.2.2 und 4.2.3).
- Absprachen zur besonderen Lernleistung (vgl. Kapitel 3.2.4).
- Absprachen über Rahmenvorgaben für Schwerpunktvorhaben (vgl. Kapitel 2.3 und 3.2.1).

Grundsätze zur Leistungsbewertung

Grundsätze und Formen der Lernerfolgsüberprüfung sind in Kapitel 4 behandelt worden. Es ist die Aufgabe der Fachkonferenz diese Grundsätze nach einheitlichen Kriterien umzusetzen. Beschlüsse beziehen sich

- auf den breiten Einsatz der Aufgabentypen
- auf das Offenlegen und die Diskussion der Bewertungsmaßstäbe
- auf gemeinsam gestellte Klausurthemen und Abituraufgaben
- auf beispielhafte Besprechung korrigierter Arbeiten
- auf Kriterien für die Bewertung von sonstiger Mitarbeit
- auf Kriterien für die Bewertung von Facharbeiten.

Beiträge der Fachkonferenzen zu Schulprogrammentwicklung und zur Evaluation schulischer Arbeit

Aussagen zum fachbezogenen und fachübergreifenden Unterricht sind Bestandteil des Schulprogramms. Die Evaluation schulischer Arbeit bezieht sich zentral auf den Unterricht und seine Ergebnisse. Die Fachkonferenz spielt deshalb eine wichtige Rolle in der Schulprogrammarbeit und bei der Evaluation des Unterrichts. Dabei sind Prozess und Ergebnisse des Unterrichts zu berücksichtigen. Die Fachkonferenz definiert die Evaluationsaufgaben, gibt Hinweise zur Lösung und leistet insoweit ihren Beitrag zur schulinternen Evaluation.

Weitere fachspezifische Aufgaben

Für den Biologieunterricht der gymnasialen Oberstufe ist die Kooperation mit außerschulischen Lernorten (Natur- und Umweltschutzverbände, ökologische Einrichtungen und Stationen, Zooschulen und botanische Gärten, Forschungsinstitute etc.) sowie die praktische Arbeit im Freiland eine wichtige Aufgabe. Von daher sind die Fachkonferenzen dazu aufgefordert:

- eine Liste geeigneter Kooperationspartner zu erstellen
- Exkursionsziele, Programme für Exkursionen bzw. Studienfahrten festzulegen. In diesem Zusammenhang sind Biotop- und Artenschutz zu berücksichtigen
- Möglichkeiten zur praktischen Arbeit im Natur- und Umweltschutz, z. B. in Zusammenarbeit mit biologischen Stationen zu finden
- mit außerschulischen Lernorten im Schulumfeld Absprachen über Kooperationsmöglichkeiten, z. B. zu Verfahrenstechniken (vgl. Kapitel 2.3) zu treffen
- die Biologiesammlung in Hinblick auf die Schwerpunktvorhaben, die Praktika, die Exkursionen und Standardexperimente auszurichten.

Register

- Abitur 92
- Abiturprüfung 78, 88, 89, 99, 103, 105, 138
 - mündliche 93, 95, 96, 127, 128, 129, 130, 134
 - schriftliche 89, 101, 102, 103, 105, 106, 127, 128
- Abiturvorschlag 103
- Anforderungsbereiche 68, 88, 90, 93, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 129
- Anwendung
 - adäquate 129
 - intensive 91
 - selbstständige 79
- Arbeit
 - experimentelle 97
 - fächerverbindende 72
 - fachübergreifende 71, 139
 - gemeinsame 74
 - kooperative 18
 - methodische 96
 - praktische 10, 29, 60, 77, 94, 97, 103, 140
 - projektorientierte 62, 75
 - selbstständige 8, 10, 57, 58, 59, 60, 62, 66, 80, 87, 94, 105, 139
 - wissenschaftspropädeutische 8, 10, 71
- Arbeitsauftrag 11, 101, 102
- Arbeitsform
 - kooperative 11
- Arbeitsformen
 - akzentuierte 87
- Arbeitshaltungen 58
- Arbeitsmittel
 - fachliches 79
- Arbeitstechnik 8, 65, 80, 94, 95, 96, 100, 109
 - erforderliche 96
- Arbeitsverfahren
 - planendes 65
 - verwendetes 101, 110
- Arbeitsvorhaben
 - planendes 94
- Arbeitsweise
 - fachspezifische 10
 - typische 72
- Aufgabenart 67, 68, 78, 88, 89, 90, 92, 96, 99, 101, 102, 103, 127, 128
- Aufgabenstellung
 - ausgewogene 99
- Basiswissen
 - biologisches 94
- Beitrag
 - schriftlicher 66
 - umfassender 78
- Beobachtung
 - direkte 64
- Berufsorientierung 5, 7, 11, 65
- Beurteilungsbereiche 67, 89, 93
- Bewertung 10, 31, 35, 74, 78, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 97, 101, 104, 105, 106, 128, 129, 135, 139
 - differenzierte 97
 - kritische 61
- Bewertungskriterium 92, 128, 136
 - ergänzendes 129
- Biochemie 39, 134
- Biotechnologie 7, 9, 18, 20, 74, 77
- Chemie
 - Kooperation mit dem Fach Chemie 7, 10, 17, 72, 73, 74, 82, 85
 - organische 17, 85
- Computer 44, 70
- Cytologie 28, 42, 44, 46, 48, 59, 83, 84, 85
- Deutsch
 - Kooperation mit dem Fach Deutsch 67, 92
- Diagnostik
 - medizinische 20
- Entwicklung
 - nachhaltige 6
 - neuere 81
- Erdkunde
 - Kooperation mit dem Fach Erdkunde 73, 74
- Erkenntnisgewinnung
 - naturwissenschaftliche 5, 60, 63, 80, 90, 102
 - wissenschaftliche 24
- Ethik 7, 40, 74
- Ethologie 12, 41, 69
- Evaluation 140
 - schulinterne 140
- Evolutionsbiologie 6, 34, 36, 60, 80, 81
- Exkursion 8, 61, 73, 76, 97, 140
- Experiment 7, 10, 18, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 31, 42, 44, 48, 49, 61, 62, 67, 77, 78, 80, 89, 90, 93, 96, 97, 100, 101, 103, 109
- Experten 27, 29, 65, 71, 75
- Facharbeit 62, 67, 68, 70, 77, 78, 89, 92, 93, 139
- Fachdisziplin
 - biologische 60, 82
- Fächerkopplung 71

Fachkonferenz 12, 13, 14, 15, 16, 28, 41, 67,
 74, 81, 139, 140
 Fachliteratur 11, 31, 32, 35, 38
 Fachsprache 6, 60, 62, 63, 93, 94, 100, 105,
 115, 129
 Film 69, 89, 101
 Fremdsprache 39

Gentechnik 24, 27, 48, 74
 Gesellschaftsrelevanz 59
 Gesetz 63, 110
 Gesetze
 biologische 129
 Gesetzmäßigkeit
 biologische 63
 Gesundheit 18, 24, 47, 74
 Grundkurs 13, 16, 23, 30, 36, 43, 74, 78, 79,
 80, 90, 102, 103, 117
 Gruppenarbeit 8, 65
 Gutachten 91, 93, 105

Handlungskompetenz 6, 11
 Handlungsorientierung 6, 7
 Hausaufgabe 66, 93, 94
 ausgelegte 94
 Humanbiologie 15

Informatik
 Kooperation mit dem Fach Informatik 42
 Internet 70

Jahrgangsstufe 11 12, 15, 16, 17, 18, 19, 23,
 28, 34, 59, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 90, 96,
 115, 139

Klausur 67, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 104, 105
 Koedukation 86, 87
 Kompetenz 77
 allgemeine 6, 10, 14, 50
 entsprechende 58
 sprachliche 11, 62
 Komplexität 9, 12, 35, 59, 75, 79, 90, 97, 102
 Kooperation 7, 16, 27, 33, 74, 76, 140
 fächerverbindende 16, 29
 problembezogene 71
 Korrektur 89, 90, 91, 92, 101, 104
 Kunst
 Kooperation mit dem Fach Kunst 10, 40,
 76
 Kurssequenzen 14, 16, 74, 80, 81, 139
 Kurzvortrag 66

Landwirtschaft 22, 31
 Leistungskurs 13, 15, 18, 24, 30, 36, 78, 79,
 80, 81, 90, 101, 102, 106
 Lernarrangement
 fachübergreifendes 57

Lernen
 eigenverantwortliches 58
 fächerverbindendes 72
 fachliches 57
 lebenslanges 6
 selbstständiges 58, 67
 soziales 11, 59
 Lernerfolgsüberprüfung 139
 Lernleistung
 besondere 77, 78, 81, 138, 139
 Lernort
 außerschulischer 16, 27, 140
 Lernprozess 18, 58, 65, 72, 97
 Lernstrategie 6, 18, 45
 Lernziele
 festgelegte 64
 Literatur
 Kooperation mit dem Fach Literatur 10,
 68, 76, 94

Material
 fachspezifisches 89, 101
 ohne 89, 101
 Mathematik
 Kooperation mit dem Fach Mathematik 87
 Medien
 neue 70
 Medizin 6, 7, 9, 24, 25, 42, 72
 Methode 9, 10, 12, 14, 16, 17, 23, 24, 27, 31,
 35, 38, 57, 59, 60, 61, 62, 64, 72, 77, 79,
 80, 83, 84, 87, 94, 97, 101, 102, 103, 104,
 105, 125, 129, 133, 136, 139
 Methoden 9, 10, 12, 14, 16, 17, 23, 24, 27,
 31, 35, 38, 57, 59, 60, 61, 62, 64, 72, 77,
 79, 80, 83, 84, 87, 94, 97, 101, 102, 103,
 104, 105, 125, 129, 133, 139
 fachspezifische 68, 80, 139
 fachübergreifende 58
 fundamentale 80
 gelernte 100
 gentechnische 27, 73
 spezifische 71
 Methodenbeherrschung 102
 Methodenkompetenz 8, 59
 Methodenreflexion 95
 Methodenschulung
 systematische 81
 Modell
 kybernetischens 46, 48, 100
 Molekularbiologie 6, 24, 59, 134
 Musik
 Kooperation mit dem Fach Musik 10, 76

Naturerlebnis 7, 10
 Naturobjekte 61, 69, 89, 101, 103
 Naturschutz 28, 29, 33, 71
 Neurobiologie 42

Obligatorik 13, 15, 16, 18, 24, 29, 36, 42, 139
 Ökologie 6, 9, 12, 29, 30, 31, 60, 68, 70, 74, 81, 111, 122, 136
 Philosophie
 Kooperation mit dem Fach Philosophie 7, 10, 73
 Physik
 Kooperation mit dem Fach Physik 7, 10, 74
 Physiologie 12, 17, 19, 24, 28, 39, 41, 81, 83, 84, 85, 117
 Politik 9, 65
 Praktika 72, 140
 Präsentationsleistung 93
 Problemlösung
 selbstständige 102
 Profilbildung 73, 74
 Projekt 16, 65, 75, 76, 93, 97
 fächerverbindendes 74, 78
 fachübergreifendes 81
 gemeinsamens 16, 75
 Projektunterricht 75
 Projektveranstaltung 75
 Protokoll 66, 90, 93, 95, 96
 Prüfungsaufgabe 99, 102, 103, 106, 129, 130
 Prüfungsgespräch 127, 128, 129, 134
 Prüfungsleistung 99, 128
 schriftliche 92, 104
 Prüfungsvorschlag 103, 104, 106, 117
 Psychologie
 Kooperation mit dem Fach Psychologie 42
 Qualifikationsphase 12, 23, 25, 31, 34, 37, 41, 44, 46, 48, 68, 81, 83, 84, 103
 Qualitätsentwicklung 88
 Qualitätssicherung 88, 96
 Recht
 Kooperation mit dem Fach Recht 33
 Referat 66, 70, 94, 95
 Regulation 9, 12, 20, 26, 28, 32, 41, 47, 48
 Religion
 Kooperation mit dem Fach Religion 40, 73
 Schülerorientierung 58, 64, 65
 Schulprofil 71
 Schulprogramm 12, 16, 81, 140
 Schulprogrammarbeit 140
 Schulprogrammentwicklung 140
 Schulumfeld 28, 140
 Schwerpunktsetzung
 gewählte 23, 41
 Schwerpunktvorhaben 14, 15, 16, 17, 18, 23, 50, 59, 74, 75, 76, 80, 81, 82, 83, 84, 103, 104, 109, 110, 116, 121, 125, 133, 135, 139, 140
 Sekundarstufe I 5, 12, 13, 17, 23, 28, 34, 41, 60, 61, 62, 63, 96, 139
 Selbstständigkeit 80, 94, 105
 methodische 88
 Sequenz 58
 Sequenzbildung 14, 16, 80, 81
 Sozialwissenschaften
 Kooperation mit dem Fach Sozialwissenschaften 74
 Sport
 Kooperation mit dem Fach Sport 7, 15, 83
 Sprache
 deutsche 88, 91
 Stoffwechselbiologie 5, 9, 32, 47, 84, 85, 110, 115
 Studienfahrt 29, 73, 76, 140
 Studierfähigkeit 5, 18, 60, 65, 78
 Teamfähigkeit 11, 66, 67, 77
 Technik
 Kooperation mit dem Fach Technik 7, 22, 69, 73, 74, 87, 106
 Technologie 74
 Themenfelder 13, 14, 16, 18, 24, 28, 29, 35, 36, 59, 81, 82, 83, 84, 104, 135, 136
 Übung
 praktische 127
 schriftliche 93, 96
 Umwelterziehung 6, 10, 22, 24, 28, 29, 30, 32, 33, 71, 73, 75, 76, 77, 85, 140
 Umweltschutz 31
 Unterricht
 fächerverbindender 14, 72, 139
 fachübergreifender 103, 140
 instruktiver 59, 64, 65
 mathematisch-naturwissenschaftlich-technischer 86
 naturwissenschaftlich-technischer 86
 projektorientierter 29, 74
 wissenschaftspropädeutischer 36
 Zelle
 regenerierende 106, 109