Hinweise zu den Minimalanforderungen der Kompetenzen

Im Kerncurriculum Biologie für

das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe
die Gesamtschule – gymnasiale Oberstufe
das Fachgymnasium
das Abendgymnasium
das Kolleg

(Qualifikationsphase)

erstellt auf der NUN-Tagung 2009

Die Ausführungen **in der rechten** Spalte geben Hinweise zu den **Minimalanforderungen**, die die jeweilige Kompetenz betreffen**. Sie kennzeichnen nicht die allgemein wünschenswerte Tiefe des Kompetenzerwerbs.** Vielmehr ist es Aufgabe der Fachkonferenzen, schwerpunktartig Vertiefungen zu besonders relevanten und für den Erwerb prozessbezogener Kompetenzen geeigneter fachbezogener Kompetenzen zu bestimmen und auszuschärfen.

Die den Einzelkompetenzen vorgeschalteten Texte im Kerncurriculum geben darüber hinaus weitere Hinweise zum Verständnis und zur Bearbeitungstiefe der Kompetenzen.

Diese Hinweise sind Orientierungshilfen und haben keine rechtliche Verbindlichkeit.

3.3. Prozessbezogene Kompetenzen in der Qualifikationsphase

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (EG)

Problemorientierter Unterricht vermittelt den Schülerinnen und Schülern Methoden, mit deren Hilfe sie biologische Systeme analysieren und deren Eigenschaften beschreiben und erklären können. Dabei nutzen sie ihre Kenntnisse von biologischen Zusammenhängen und Basiskonzepten.

Der Unterricht ist an den Prinzipien von Wissenschaftspropädeutik und Scientific Literacy ausgerichtet. Dabei sind unter anderem Problemlösestrategien, fachspezifische Arbeitstechniken und die Reflexion von Möglichkeiten und Grenzen wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung bedeutsam.

Aus der Beobachtung und Beschreibung von Phänomenen auf den verschiedenen Systemebenen werden Frage- und Problemstellungen entwickelt. Zur Erkenntnisgewinnung sind Freilanduntersuchungen, eigenständiges hypothesengeleitetes Experimentieren und das Arbeiten mit Modellen von besonderer Bedeutung.

Der Unterricht in der Qualifikationsphase (Tabellen 12 - 22) knüpft an die im Sekundarbereich I des Gymnasiums erworbenen Kompetenzen an. Die für die Einführungsphase der Gesamtschule, des Fachgymnasiums, des Abendgymnasiums und des Kollegs relevanten Kompetenzen sind in Kapitel 3.1 (Tabellen 1 - 11) aufgelistet.

	Die Schülerinnen und Schüler …	
EG	**Erkenntnisgewinnung**	**Orientierungshilfen**
EG 1	**Beobachten, beschreiben, vergleichen**	
1	• beschreiben und erklären biologische Sachverhalte kriteriengeleitet durch Beobachtung und Vergleich.	
2	• führen Trennverfahren durch und werten sie aus (Chromatografie).	Durchführung bedeutet, dass das Verfahren der Chromatografie auch beschrieben werden kann. Auswerten bedeutet, aus einem vorliegenden Chromatogramm Schlüsse gezogen werden können. Eine Erklärung des Trennverfahrens wird nicht erwartet.
3	• mikroskopieren, skizzieren und zeichnen biologische Präparate.	
4	• führen Freilanduntersuchungen durch und werten diese aus (Bioindikatoren-Prinzip).	Bioindikatoren als Zeigerorganismen sind Werkzeuge um best. Umweltverhältnisse [Ausprägung bestimmter Umweltfaktoren] anzuzeigen.
EG 2	**Experimentieren**	
1	• entwickeln Hypothesen, planen Experimente, führen diese durch und werten sie hypothesenbezogen aus.	
2	• diskutieren Fehlerquellen bei Experimenten (fehlender Kontrollansatz).	
EG 3	**Mit Modellen arbeiten**	
1	• wenden Modelle an, erweitern sie und beurteilen die Aussagekraft und Gültigkeit.	
2	• erklären anhand von Kosten-Nutzen-Analysen biologische Phänomene.	Kosten-Nutzen-Analyse wird minimal im Zusammenhang mit der Beurteilung der reproduktiven Fitness eines Organismus gesehen.
EG 4	**Fachgemäße Arbeitsweisen und Methoden**	
1	• protokollieren Beobachtungen und Experimente.	

2	• beschreiben die Prinzipien biologischer Arbeitstechniken (PCR, *DNA-Microarray*, ELISA*,* Gel-Elektrophorese), werten Befunde aus und deuten sie.	Beschreibung der Schritte der Verfahren und der funktionalen Bedeutung der Einzelschritte, Angabe der Einsatzmöglichkeiten der in Klammern genannten Verfahren sowie Ergebnisse dieser Verfahren auswerten und deuten.
3	• erklären die Vorläufigkeit der Erkenntnisse mit Begrenztheit der Methoden.	
4	• analysieren und deuten naturwissenschaftliche Texte.	
5	• beschreiben, analysieren und deuten Abbildungen, Tabellen, Diagramme sowie grafische Darstellungen unter Beachtung der untersuchten Größen und Einheiten.	

* zusätzlich auf erhöhtem Anforderungsniveau

Kompetenzbereich Kommunikation (KK)

Sach- und adressatengerechte Kommunikation ist ein wesentlicher Bestandteil naturwissenschaftlicher Bildung. Der Umgang mit modernen Kommunikations- und Präsentationstechniken stellt hierbei ebenso eine Grundvoraussetzung dar wie die sichere Verwendung von Fachbegriffen. Kommunikation setzt zudem die Bereitschaft voraus, eigenes Wissen, eigene Vorstellungen und Ideen in Diskussionen einzubringen und weiterzuentwickeln. Dies unterstützt einen nachhaltigen Lernprozess.

Selbststeuerung und Selbstorganisation des Lernprozesses sind charakteristische Merkmale des Unterrichts, für die Kommunikation die wesentliche Voraussetzung darstellt.

Der Unterricht in der Qualifikationsphase (Tabelle 13) knüpft an die im Sekundarbereich I des Gymnasiums erworbenen Kompetenzen an. Die für die Einführungsphase der Gesamtschule, des Fachgymnasiums, des Abendgymnasiums und des Kollegs relevanten Kompetenzen sind in Kapitel 3.1 (Tabelle 2) aufgelistet.

KK	Kommunikation	Orientierungshilfe
	Die Schülerinnen und Schüler …	
1	• beschreiben und erklären biologische Sachverhalte unter Verwendung geeigneter Fachbegriffe.	
2	• unterscheiden zwischen proximaten und ultimaten Erklärungen und vermeiden unangemessene finale Begründungen.	(s. Glossar)
3	• entwickeln Fragen zu biologischen Sachverhalten und formulieren Hypothesen.	
4	• ziehen aus der Betrachtung biologischer Phänomene Schlussfolgerungen, verallgemeinern diese und leiten Regeln ab.	
5	• argumentieren mithilfe biologischer Evidenzen, um Hypothesen zu testen und Fragen zu beantworten.	(s. Glossar)
6	• recherchieren, dokumentieren und präsentieren biologische Sachverhalte mithilfe digitaler Medien und Technologien und reflektieren den Einsatz kritisch.	

7	• veranschaulichen biologische Sachverhalte adressatenbezogen und zielorientiert auf angemessene Art und Weise: Text, Tabelle, Diagramm, Schema, Skizze, Zeichnung, Conceptmap.	
8	• diskutieren komplexe biologische Fragestellungen, deren Lösungen strittig sind.	

Kompetenzbereich Bewertung (BW)

Biologische Erkenntnisse erlangen zunehmend Bedeutung in anwendungsbezogenen und Disziplin übergreifenden Zusammenhängen. Das erfordert einen gesellschaftlichen Diskurs, an dessen Ende Entscheidungen stehen. Die damit verbundenen Chancen und Risiken betreffen das Individuum und die Gesellschaft auf lokaler oder globaler Ebene, aber auch künftige Generationen. Den Entscheidungen sollte die Bewertung von Handlungsoptionen vorausgehen.

Im Unterschied zum evidenzbasierten Bewerten von Hypothesen beim Experimentieren wird an dieser Stelle vom Bewerten im Sinne des moralischen Urteils und eines Umgangs mit faktischer und ethischer Komplexität gesprochen. Bewertungskompetenz bezieht sich im Biologieunterricht zum einen auf umweltverträgliches und reflektiertes Handeln im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung, zum anderen auf den Bereich der Bioethik, der die kritische Beurteilung moderner biotechnologischer und biomedizinischer Verfahren zum Inhalt hat. Da es sich um Fragestellungen handelt, die im Überschneidungsbereich von fachlichen Inhalten und gesellschaftlichen Werten und Normen liegen, können diese nicht allein durch logisches Schlussfolgern, komplexes Problemlösen oder vernetztes Denken beantwortet werden. Im Zentrum von Bewertungskompetenz steht daher die Befähigung zu einer bewussten, reflektierten, kritischen und argumentativ fundierten Meinungsbildung.

Um an gesellschaftlich bedeutenden Entscheidungsprozessen verantwortungsbewusst teilhaben zu können, müssen Schülerinnen und Schüler also in die Lage versetzt werden, zukunftsfähige Handlungsoptionen auf Basis relevanter Entscheidungskriterien zu entwickeln und diese zu bewerten.

Der Unterricht in der Qualifikationsphase (Tabelle 14) knüpft an die im Sekundarbereich I des Gymnasiums erworbenen Kompetenzen an. Die für die Einführungsphase der Gesamtschule, des Fachgymnasiums, des Abendgymnasiums und des Kollegs relevanten Kompetenzen sind in Kapitel 3.1 (Tabelle 3) aufgelistet.

BW	Bewertung	
	Die Schülerinnen und Schüler …	
1	• bewerten mögliche kurz- und langfristige regionale und/oder globale Folgen eigenen und gesellschaftlichen Handelns. Dazu gehören die Analyse der Sach- und der Werteebene der Problemsituation sowie die Entwicklung von Handlungsoptionen.	Hier Ausschärfung des Operators Bewerten für den Biologieunterricht. Das schließt die Reflektion der eigenen Entscheidung ein (siehe Vorspanntext Bewertung).
2	• *untersuchen komplexe Problem- und Entscheidungssituationen in Hinblick auf soziale, räumliche und zeitliche Fallen *.*	*Ist Teilschritt im Sinne einer Bewertungsaufgabe BW 1, untersuchen hier im Sinn des Operators Analysieren* *Fachbegriffe Glossar*
3	• bewerten Maßnahmen zum Schutz und zur Nutzung der Biodiversität aus verschiedenen Perspektiven (Nachhaltigkeit).	Kriteriengeleitet bewerten unter dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung [ökologische, soziale und ökonomische Dimension]. Fachbegriffe Glossar
4	• führen eine ethische Analyse durch, unterscheiden dabei deskriptive von normativen Aussagen und begründen Handlungsoptionen aus deontologischer und konsequenzialistischer Sicht (PID).	Fachbegriffe Glossar
5	• *erörtern Chancen und Risiken transgener Organismen aus der Sicht unterschiedlicher Interessengruppen*.*	*Grundprinzip zur Herstellung transgener Organismen [stark vereinfachte Darstellung]* *Chancen und Risiken eines transgenen Organismus einander gegenüberstellen und gegeneinander abwägen*

3.4 Inhaltsbezogene Kompetenzen in der Qualifikationsphase

Die Fachwissenschaft Biologie ist gekennzeichnet durch eine große Faktenfülle. Den biologischen Einzelphänomenen liegen dabei gemeinsame Prinzipien zugrunde, die sich als Basiskonzepte beschreiben lassen. Die Basiskonzepte ermöglichen es den Schülerinnen und Schülern, die Themenbereiche zu strukturieren, indem sie ihnen helfen, die Einzelphänomene zu erfassen, einzuordnen und miteinander zu vernetzen. Damit schaffen die Basiskonzepte eine Voraussetzung für kumulatives Lernen. Zusätzlich können sie dazu genutzt werden, die erworbenen biologischen Kenntnisse auf der Metaebene zu reflektieren.

Die EPA Biologie unterscheiden acht Basiskonzepte. Sie sind eng miteinander vernetzt, sodass manche Inhalte mehreren Basiskonzepten zugeordnet werden können. Die verbindende Theorie ist die Evolutionstheorie. Nach den EPA Biologie gehören die Basiskonzepte zu den verbindlichen Inhalten des Biologieunterrichts. Daher sind die Basiskonzepte nicht nur bei der Unterrichtsplanung zu berücksichtigen, sondern auch als fachliche Kontexte in geeigneter Weise zum Gegenstand des Unterrichts selbst zu machen.

Struktur und Funktion (FW 1)

Der Zusammenhang zwischen Struktur und Funktion ist auf allen Systemebenen zu finden. Er wird in der Qualifikationsphase auch auf molekularer und zellulärer Ebene betrachtet. Die Strukturen werden auf molekularer Ebene so weit schematisch dargestellt, dass auf chemische Strukturformeln verzichtet werden kann.

FW 1	Struktur und Funktion	
	Die Schülerinnen und Schüler …	
1	• erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Molekülen modellhaft (DNA-Basenpaarung, Enzyme, Rezeptormoleküle).	Schlüssel-Schloss-Prinzip auf rein modellhafter Ebene
2	• erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Organellen (Chloroplasten, Mitochondrien).	Bau von Chloroplasten und Mitochondrien, speziell unter Berücksichtigung der Membransysteme im Zusammenhang mit ihrer Funktion [Oberflächenvergrößerung, Reaktionsräume]
3	• erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Organen	Kenntnis des Baus eines bifazialen Laubblattes, speziell von

	(Sonnen- und Schattenblatt).	Sonnen- und Schattenblatt, Funktion der Besonderheiten verschiedener Gewebe, Abhängigkeit der Fotosyntheseaktivität von der Beleuchtungsstärke im Vergleich auf der Gewebeebene, Bezug zur Transpiration

Kompartimentierung (FW 2)

Biologische Systeme zeigen abgegrenzte Reaktionsräume (Kompartimente). Obwohl die Untergliederung in abgegrenzte Teilräume nicht nur in der Zelle auftritt, wird bei den unten formulierten Kompetenzen der Fokus auf die durch Membranen abgegrenzten Reaktionsräume gerichtet. Durch die Abgrenzung wird es möglich, dass unterschiedliche Stoffwechselprozesse in derselben Zelle gleichzeitig stattfinden können. Stoffe können angereichert und Energie kann gespeichert werden.

FW 2	Kompartimentierung	
	Die Schülerinnen und Schüler …	
1	• erklären verschiedene Arten von Stofftransport zwischen Kompartimenten (passiver und aktiver Transport).	Kenntnis des Membranbaus [Lipiddoppelschicht, Proteine], Erklärung der selektiven Permeabilität der Membran, Erklärung von passiven und aktiven Transportmechanismen auf molekularer Ebene [Konzentrationsgradient, ATP-Verbrauch]; keine vollständige Aufzählung sämtlicher Transportmechanismen
2	• erläutern die Funktion der Kompartimentierung (Ruhepotenzial, *chemiosmotische ATP-Bildung**).	Erläuterung der Bedeutung von Kompartimentierung zur Aufrechthaltung eines Konzentrations- und Ladungsgradienten [Vertiefung für Ruhepotenzial in FW 5.3] *Erläuterung der Bedeutung von Kompartimentierung für die Entstehung eines Protonengradienten auf molekularer Ebene mit energetischem Aspekt, ATPase nur als Kanalprotein, ATP-Bildung*

Steuerung und Regelung (FW 3)

Lebewesen stehen als offene Systeme in einer geregelten, selbsterhaltenden Beziehung zum System ihrer Umwelt. Die stabilisierende Regulation der internen Bedingungen gegenüber äußeren Einflüssen (Homöostase) war eine Voraussetzung für die Entstehung des Lebens und ist auch heute noch eine Bedingung für seinen Bestand. Regelung erfolgt auf verschiedenen Systemebenen. Organismen nutzen in ihrem Stoffwechsel ein komplexes Gefüge von Ungleichgewichten und Fließgleichgewichten. Auf allen Organisationsebenen sind Wirkung und Rückwirkung zwischen den Elementen lebender Systeme zu beobachten. Durch diese Beziehungen ist die Zelle mehr als die Summe ihrer Moleküle, der menschliche Körper mehr als die Summe seiner Organe und eine Biozönose mehr als die Summe ihrer Lebewesen.

FW 3	Steuerung und Regelung	
	Die Schülerinnen und Schüler …	
1	• beschreiben kompetitive und allosterische Wirkungen (Enzymaktivität).	kompetitive Hemmung und Regelung durch allosterische Effekte, Darstellung nur schematisch
2	• erläutern Homöostase als Ergebnis von Regelungsvorgängen, die aufgrund negativer Rückkopplung für Stabilität in physiologischen Systemen sorgen.	
3	• erläutern Konkurrenz, Parasitismus und Symbiose als Wechselbeziehungen zwischen Organismen.	Erläuterung von inter- und intraspezifischer Konkurrenz, Wirkung dichteabhängiger Faktoren Erläuterung von Parasitismus, Symbiose anhand einfacher Wechselbeziehungen auf der Ebene einzelner Organismen [Populationsebene nicht notwendig]
4	• vergleichen unter Bezug auf biotische und abiotische Faktoren physiologische und ökologische Potenzen.	

Stoff- und Energieumwandlung (FW 4)

Die aufbauenden und abbauenden Stoffwechselvorgänge sind auf den verschiedenen Organisationsebenen über Stoffe sowie Energie- und Reduktionsäquivalente verknüpft. Stoffwechselwege werden als schematische (Redox-)Reaktionen im Energiediagramm betrachtet. Während des Stoffwechsels finden Speicherung, Transport und Umwandlung von Stoffen statt. Letztendlich wird die aufgenommene Energie als Wärme entwertet.

FW 4	Stoff- und Energieumwandlung	
	Die Schülerinnen und Schüler …	
1	• erläutern Grundprinzipien von Stoffwechselwegen (Redoxreaktionen, Energieumwandlung, Energieentwertung, ATP/ADP-System).	Zentral ist das Herausarbeiten der gemeinsamen Prinzipien von Fotosynthese und Zellatmung.
2	• erläutern die Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie in der Fotosynthese (Primärreaktion, Sekundärreaktion im C-Körper-Schema).	Fotosynthesepigmente [Funktion von Chlorophyll a, Chlorophyll b und Carotinoiden], Absorptionsspektrum, Wirkungsspektrum, Z-Schema, Elektronentransport über Redoxsysteme ohne Benennung einzelner Systeme, Produkte der Primärreaktionen; Verschränkung zwischen Primär- und Sekundärreaktionen [ATP, NADPH + H^+], Fixierungs- und Reduktionsphase im C-Körper-Schema [Anzahl der C-Atome], Notwendigkeit der Rückbildung des Kohlenstoffdioxidakzeptors, Regenerationsphase nur summarisch, Glucose als Endprodukt, erweiterte Gleichung der Fotosynthese
3	• erläutern die Bereitstellung von Energie unter Bezug auf die vier Teilschritte der Zellatmung (C-Körper-Schema, ATP-Bilanz).	Stoff- und Energiebilanz der vier Teilschritte: Glykolyse, oxidative Decarboxylierung und Tricarbonsäurezyklus [beispielhafter Umgang mit C-Körperschema, kein Auswendiglernen der Einzelreaktionen], Atmungskette mit Elektronentransport über Redox-Systeme
4	• beschreiben das Prinzip von Stoffkreisläufen auf Ebene von Ökosystemen und der Biosphäre (Kohlenstoffkreislauf).	

Information und Kommunikation (FW 5)

Informationsaufnahme, -weiterleitung, -verarbeitung und -speicherung sind charakteristische Eigenschaften lebender Systeme. Diese Aufgaben werden bei höheren Organismen von komplexen Systemen übernommen. Kommunikation stellt hierbei die wechselseitige Informationsübertragung dar, die auf allen Systemebenen lebender Organismen stattfindet. Dieses Basiskonzept hilft beim Verständnis der Verschlüsselung der Erbinformation sowie beim Verständnis der neuronalen und hormonellen Vorgänge im Körper und der Speicherung von Informationen in verschiedenen Systemen.

FW 5	Information und Kommunikation	
	Die Schülerinnen und Schüler …	
1	• erläutern das Prinzip der Signaltransduktion als Übertragung von extrazellulären Signalen in intrazelluläre Signale.	Extrazelluläre Signale lösen über einen spezifischen Rezeptor eine intrazelluläre Signalkette aus mit der Folge einer spezifischen Zellreaktion [z.B. Hormonwirkung, Änderung der Enzymaktivität / der Genexpression / der Membranpermeabilität; diese Beispiele lassen sich mit anderen Kompetenzen des Kerncurriculums vernetzen]
2	• erläutern die Informationsübertragung innerhalb der Zelle (Proteinbiosynthese bei Eukaryoten, Transkriptionsfaktoren, alternatives Spleißen).	Erläutern der Einzelelemente und ihrer Funktionen: Mosaikgene, Intron und Exon, Transkription: Bildung der prä-mRNA An- und Abschalten von Genen durch Transkriptionsfaktoren Prozessieren der prä-mRNA Translation auf dem Niveau der Sekundarstufe 1 Proteinvielfalt auf der Grundlage eines einzigen Gens [Mechanismus des alternativen Spleißens]
3	• erläutern die Informationsübertragung zwischen Zellen (Nervenzellen: Entstehung und Weiterleitung elektrischer Potenziale, chemische Synapsen, Beeinflussung der Synapse durch einen neuroaktiven Stoff).	Erläuterung des Zustandekommens von RP und AP auf der Basis unterschiedlicher Ionenverteilung und Permeabilitäten; Rolle der Kalium-Natriumionenpumpe; Leckströme; Alles-oder-Nichts-Prinzip, saltatorische und kontinuierliche Erregungsleitung, Erläuterung der Vorgänge an einer chemischen Synapse mit PSP, Grundmodell cholinerge Synapse; keine Aufzählung sämtlicher Wirkungsweisen neuroaktiver Stoffe

4	• erläutern das Erkennen und die spezifische Abwehr von Antigenen (Antigen-Präsentation, humorale und zelluläre Immunantwort, klonale Selektion).	Erläuterung von antigenwirksamen Strukturen [nur Bakterien und Viren notwendig] Makrophagen, B- und T-Zellen, Typen und ihre Funktion Allg. Bau des AK [Y-Form mit Antigen- und Rezeptorbindungsstellen] Vorgänge der humoralen und zellulären Immunantwort nach Eindringen von Antigenen Klonale Selektion [spezif. AK-Bildung] Immungedächtnis [aktive und passive Immunisierung nicht notwendig] Mechanismen der Fremd- u. Selbsterkennung nicht notwendig
5	• vergleichen hormonelle und neuronale Informationsübertragung und beschreiben ihre Verschränkung (Stressreaktion).	Erarbeitung grundlegender Vergleichsaspekte: Geschwindigkeit der Informationsübertragung, Dauer der Wirkung, Hormone: spezifische, humoral transportierte, an Zielzellen mit spezifischen Rezeptoren bindende Signalmoleküle; Neuronen: unspezifische, durch Neuronen gezielt wirkende Informationsform Ausschüttung des Adrenalins durch Stimulation des Sympathicus [Flight-or-Fight-Syndrom; vollständige Aufzählung der Wirkungen nicht notwendig] Langzeitstress / Anpassungssyndrom nicht notwendig Vergleich verschiedener zellulärer Mechanismen von Hormonwirkungen nicht notwendig

Reproduktion (FW 6)

Mit Reproduktion ist die Weitergabe von Erbinformationen verbunden. Die embryonalen Stammzellen unterscheiden sich von den adulten Stammzellen, deren Fähigkeit zur Differenzierung eingeschränkt ist. Diese Kompetenz eignet sich in besonderer Weise für den Erwerb von Bewertungskompetenzen.

FW 6	Reproduktion	
	Die Schülerinnen und Schüler …	
1	• vergleichen embryonale und adulte Stammzellen.	Gemeinsamkeit: sind undifferenziert, teilungsfähig embryonale Stammzellen [frühe Stadien] totipotent; adulte Stammz. mit eingeschränkter Differenzierungsmöglichkeit

Variabilität und Angepasstheit (FW 7)

Lebewesen sind durch Bau und Funktion an ihre Umwelt angepasst. Angepasstheit wird durch Variabilität ermöglicht. Grundlage von Variabilität sind Mutation, Rekombination und Modifikation. Der Zustand der Angepasstheit ist vom Prozess der Anpassung abzugrenzen. Um ein tiefer gehendes Verständnis von Angepasstheit zu erreichen, ist eine Betrachtung auf den verschiedenen Ebenen bis hin zur molekularen Ebene empfehlenswert. Das Basiskonzept unterstützt das umfassende Verständnis von Einnischung und Artbildung sowie von der synthetischen Evolutionstheorie.

FW 7	Variabilität und Angepasstheit	
	Die Schülerinnen und Schüler …	
1	• erläutern Präadaptation (Antibiotikaresistenz).	
2	• erläutern den Prozess der Artbildung (allopatrisch).	
3	• erläutern die ökologische Nische als Gesamtheit der beanspruchten Umweltfaktoren einer Art.	
4	• erläutern Angepasstheit als Ergebnis von Evolution (Mutation, Rekombination, Gendrift, Selektion).	Keine verschiedenen Mutationstypen, Rekombination nur interchromosomal, transformierende und stabilisierende Selektion; disruptive Selektion nicht notwendig
5	• *erläutern die Angepasstheit von Populationen (r- und K-selektierte Fortpflanzungsstrategien)*.*	*Ohne mathematische Berechnungen*
6	• erläutern die Evolutionstheorien von Lamarck und Darwin und die Synthetische Evolutionstheorie.	
7	• beschreiben Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Ökosystemvielfalt).	

Geschichte und Verwandtschaft (FW 8)

Biologische Systeme verändern sich auf allen Systemebenen mit der Zeit. Gemäß der Evolutionstheorie sind Lebewesen in unterschiedlichem Grad miteinander verwandt. Als Belege für stammesgeschichtliche Verwandtschaft werden molekularbiologische Untersuchungen herangezogen. Die Geschichtlichkeit und das „So-Geworden-Sein“ biologischer Systeme ermöglichen eine zusammenhängende Sicht auf viele Einzelphänomene des Biologieunterrichts. Die Reflexion über die Menschwerdung liefert dabei einen grundlegenden Beitrag zum Menschenbild und zum menschlichen Selbstverständnis. Das Basiskonzept Geschichte und Verwandtschaft weist vielfältige Bezüge zu allen anderen Basiskonzepten auf und ist eine Grundlage für ultimate Betrachtungen und Erklärungsansätze.

FW 8	Geschichte und Verwandtschaft	
	Die Schülerinnen und Schüler …	
1	• werten molekularbiologische Homologien (DNA, Proteine) zur Untersuchung phylogenetischer Verwandtschaft aus (Wirbeltiere).	Interpretation einfacher Stammbäume Unterscheidung der Wirbeltierklassen anhand abgeleiteter oder ursprünglicher Merkmale nicht notwendig;
2	• deuten Analogien als Anpassungsähnlichkeiten und Homologien als auf Abstammung basierende Ähnlichkeiten.	Homologiekriterien werden zur Deutung herangezogen [ohne biogenetische Grundregel]
3	• vergleichen unter Bezug auf die Menschwerdung (Hominisation) biologische und kulturelle Evolution.	Biologische Evolution basiert auf genetischer Basis; Kulturelle Evolution bedeutet nicht-genetische Weitergabe von Information durch soziales Lernen

Anhang

A 1 Operatoren für die Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Physik)

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
Abschätzen (nur Physik)	durch begründetes Überlegen Größenordnungen physikalischer Größen angeben
Analysieren	wichtige Bestandteile oder Eigenschaften auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten
Anwenden	einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen
Aufbauen eines Experiments	Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren
Aufstellen einer Hypothese	eine begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren
Aufstellen einer Reaktionsgleichung (nur Chemie)	vorgegebene chemische Informationen in eine Reaktionsgleichung übersetzen.
Auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen
Begründen	Sachverhalte auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Beziehungen von Ursachen und Wirkung zurückführen
Beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben
Bestätigen	die Gültigkeit einer Aussage (z. B. einer Hypothese, einer Modellvorstellung, eines Naturgesetzes) zu einem Experiment, zu vorliegenden Daten oder zu Schlussfolgerungen feststellen.
Berechnen	numerische Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend gewinnen
Bestimmen	mittels Größengleichungen eine chemische oder physikalische Größe ge-

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
	winnen
Beurteilen	zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen
Bewerten	einen Gegenstand an erkennbaren Wertkategorien oder an bekannten Beurteilungskriterien messen
Darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden etc. strukturiert und ggf. fachsprachlich wiedergeben
Deuten	Sachverhalte in einen Erklärungszusammenhang bringen
Durchführen eines Experiments	an einer Experimentieranordnung zielgerichtete Messungen und Änderungen vornehmen oder eine Experimentieranleitung umsetzen
Entwickeln	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen. eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment, ein Modell oder eine Theorie schrittweise weiterführen und ausbauen
Erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich zum Ausdruck bringen mit Bezug auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Ursachen
Erläutern	einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen veranschaulichen und verständlich machen
Ermitteln	einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren
Erörtern	Argumente, Sachverhalte und Beispiele zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
Herleiten	aus Größengleichungen durch mathematische Operationen eine Bestimmungsgleichung einer naturwissenschaftliche Größe erstellen
Nennen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen aufzählen
Planen eines Experimentes	zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden oder zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranleitung erstellen.

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
Protokollieren	Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten detailgenau zeichnerisch einwandfrei bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben
Skizzieren	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert grafisch übersichtlich darstellen
Stellung nehmen	zu einem Gegenstand, der an sich nicht eindeutig ist, nach kritischer Prüfung und sorgfältiger Abwägung ein begründetes Urteil abgeben.
Überprüfen / Prüfen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken
Verallgemeinern	aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage formulieren
Vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede feststellen
Zeichnen	eine anschauliche und hinreichend exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen
Zusammenfassen	das Wesentliche in konzentrierter Form herausstellen