

Bildungsstandards im Fach Biologie

für den Mittleren Schulabschluss

Sekretariat der Ständigen Konferenz
der Kultusminister der Länder
in der Bundesrepublik Deutschland
Ref. IV A
Postfach 22 40
53012 Bonn

Rahmenvereinbarung

(Text folgt noch)

Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss

Inhaltsverzeichnis

	Seite
	5
1	7
2	9
2.1	10
2.2	12
2.3	13
2.4	14
3	17
3.1	17
3.2	18
3.3	19
3.4	19
4	21
4.1	21
4.2	23

1 Der Beitrag des Faches Biologie zur Bildung

Naturwissenschaft und Technik prägen unsere Gesellschaft in allen Bereichen und bilden heute einen bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität. Das Wechselspiel zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und technischer Anwendung bewirkt Fortschritte auf vielen Gebieten, beispielsweise bei der Entwicklung und Anwendung von neuen Verfahren in der Medizin sowie der Bio- und Gentechnologie, der Neurowissenschaften, der Umwelt- und Energietechnologie, bei der Weiterentwicklung von Werkstoffen und Produktionsverfahren sowie der Nanotechnologie und der Informationstechnologie. Andererseits birgt die naturwissenschaftlich-technische Entwicklung auch Risiken und Gefahren, die erkannt, bewertet und beherrscht werden müssen. Hierzu ist Wissen aus den naturwissenschaftlichen Fächern nötig.

Naturwissenschaftliche Bildung ermöglicht dem Individuum eine aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklung und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung. Ziel naturwissenschaftlicher Grundbildung ist es, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Historie der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinanderzusetzen. Dazu gehört das theorie- und hypothesengeleitete naturwissenschaftliche Arbeiten, das eine analytische und rationale Betrachtung der Welt ermöglicht. Darüber hinaus bietet naturwissenschaftliche Grundbildung eine Orientierung für naturwissenschaftlich-technische Berufsfelder und schafft Grundlagen für anschlussfähiges berufsbezogenes Lernen.

Der Beitrag des Faches **Biologie** zur Welterschließung liegt in der Auseinandersetzung mit dem Lebendigen. Die lebendige Natur bildet sich in verschiedenen Systemen ab, z. B. der Zelle, dem Organismus, dem Ökosystem und der Biosphäre sowie in deren Wechselwirkungen und in ihrer Evolutionsgeschichte. Das Verständnis biologischer Systeme erfordert zwischen den verschiedenen Systemen gedanklich zu wechseln und unterschiedliche Perspektiven einzunehmen. Damit gelingt es im Biologieunterricht in besonderem Maße multiperspektivisches und systemisches Denken gleichermaßen zu entwickeln. In diesem Systemgefüge ist der Mensch Teil und Gegenüber der Natur. Dadurch dass der Mensch selbst Gegenstand des Biologieunterrichtes ist, trägt dieser zur Entwicklung individuellen Selbstverständnisses und emanzipatorischen Handelns bei. Dies ist die Grundlage für ein gesundheitsbewusstes und umweltverträgliches Handeln sowohl in individueller als auch in gesellschaftlicher Verantwortung. Für ein aktives Teilhaben fördert der Biologieunterricht die Kompetenzen Kommunizieren und Bewerten.

2 Kompetenzbereiche des Faches Biologie

Mit dem Erwerb des Mittleren Schulabschlusses verfügen die Schülerinnen und Schüler über naturwissenschaftliche Kompetenzen im Allgemeinen sowie biologische Kompetenzen im Besonderen. Kompetenzen sind nach Weinert¹ „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“.

Kompetenzbereiche des Faches Biologie	
Fachwissen	Lebewesen, biologische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten kennen und den Basiskonzepten zuordnen
Erkenntnisgewinnung	Beobachten, Vergleichen, Experimentieren, Modelle nutzen und Arbeitstechniken anwenden
Kommunikation	Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen
Bewertung	Biologische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

Schülerinnen und Schüler mit einem Mittleren Schulabschluss müssen im Fach Biologie Kompetenzen erworben haben, die neben den Fachinhalten auch die Handlungsdimension berücksichtigen:

- Die drei Naturwissenschaften bilden die inhaltliche Dimension durch Basiskonzepte ab. Basiskonzepte begünstigen kumulatives, kontextbezogenes Lernen. In der Biologie handelt es sich um die drei Basiskonzepte System, Struktur und Funktion sowie Entwicklung (vgl. Kap. 2.1). Mit den Basiskonzepten analysieren Schülerinnen und Schüler Kontexte, strukturieren und systematisieren Inhalte und erwerben so ein grundlegendes, vernetztes Wissen.
- Die Handlungsdimension bezieht sich auf grundlegende Elemente der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, also auf experimentelles und theoretisches Arbeiten, auf Kommunikation und auf die Anwendung und Bewertung biologischer Sachverhalte in fachlichen und gesellschaftlichen Kontexten.

Diese beiden Dimensionen biologischen Arbeitens ermöglichen es den Schülerinnen und Schülern, vielfältige Kompetenzen zu erwerben, die ihnen helfen, die natürliche und kulturelle Welt zu verstehen und zu erklären. Die Inhaltsdimension wird überwiegend im Kompe-

¹ Weinert, F. E., Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit in Weinert, F. E. (Hrsg.), Leistungsmessungen in Schulen, 2001

tenzbereich Fachwissen dargestellt, die Handlungsdimension in den Kompetenzbereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung. Inhalts- und handlungsbezogene Kompetenzen können nur gemeinsam und in Kontexten erworben werden. Die Kompetenzen beschreiben Ergebnisse des Lernens, geben aber keine Unterrichtsmethoden oder -strategien vor.

2.1 Fachwissen

Lebewesen, biologische Phänomene, Begriffe, Prinzipien und Fakten kennen und Konzepten zuordnen

Kompetenzen werden an Inhalten erworben. Die Breite der Fachwissenschaft Biologie und ihr hoher Wissensstand sowie die gegenwärtige Dynamik der Biologie erfordern für den Biologieunterricht eine Reduktion der Inhalte auf den Kern von biologischem Wissen und ein exemplarisches Vorgehen. Dieses Wissen wird auf der Grundlage von drei in sich vernetzten Basiskonzepten erarbeitet, die ein systemisches und multiperspektivisches Denken sowie eine Beschränkung auf das Wesentliche fördern. Für den Mittleren Schulabschluss werden die Inhalte im Fach Biologie in den folgenden drei Basiskonzepten strukturiert:

System, Struktur und Funktion, Entwicklung

System

In der historischen Entwicklung der Biologie hat sich diese von einer beschreibenden zu einer erklärenden Wissenschaft entwickelt. Die moderne Biologie betrachtet die lebendige Natur systemisch, sie ist die Wissenschaft von den Biosystemen.

- Lebendige Systeme (Biosysteme) sind Gegenstand der Biologie. Zu den lebendigen Systemen gehören Zelle, Organismus, Ökosystem und die Biosphäre. Diese Systeme gehören verschiedenen Systemebenen an.
- Lebendige Systeme bestehen aus unterschiedlichen Elementen, die miteinander in Wechselwirkung stehen. Die Zelle besteht u. a. aus Zellorganellen, der Organismus aus Organen, das Ökosystem und die Biosphäre aus abiotischen und biotischen Elementen.
- Lebendige Systeme besitzen spezifische Eigenschaften. Solche Eigenschaften sind bei Zelle und Organismus z. B. Stoff- und Energieumwandlung, Steuerung und Regelung, Informationsverarbeitung, Bewegung sowie die Weitergabe und Ausprägung genetischer Information. Zelle und Organismus stehen in Wechselwirkung zu ihrer Umwelt. Zu den Eigenschaften eines Ökosystems und der Biosphäre gehören Wechselwirkungen zwischen belebter und unbelebter Natur sowie Stoffkreisläufe und Energiefluss.
- Lebendige Systeme sind charakterisiert durch Struktur und Funktion.

- Lebendige Systeme sind gekennzeichnet durch genetische und umweltbedingte Variationen und die Möglichkeit zur individuellen und evolutionären Entwicklung.
- Lebendige Systeme stehen in Beziehung zu weiteren Systemen der Geosphäre. Darüber hinaus sind sie verknüpft mit Systemen der Gesellschaft, wie Wirtschaftssystemen und Sozialsystemen.

Struktur und Funktion

Das Erfassen, Ordnen und Wiedererkennen von Strukturen legt die Grundlage für das Verständnis der Funktion und Entwicklung von Biosystemen. Die funktionelle und die evolutive Betrachtung von Strukturen weist die Biologie als erklärende Naturwissenschaft aus.

- Die strukturelle und funktionelle Grundbaueinheit des Lebendigen ist die Zelle.
- Die Funktionen von Zelle und Organismus sowie von Ökosystem und Biosphäre haben stets strukturelle Grundlagen.
- Die Systemeigenschaften Stoff- und Energieumwandlung, Steuerung und Regelung, Informationsverarbeitung, Bewegung sowie die Weitergabe und Ausprägung genetischer Information sind gekennzeichnet durch Struktur und Funktion.
- Anpasstheit von Organismen an ihre Umwelt ist Ergebnis der evolutionären Entwicklung von Struktur und Funktion.

Entwicklung

Lebendige Systeme verändern sich in der Zeit. Sie sind also durch Entwicklung gekennzeichnet. Es wird die Individualentwicklung und die evolutionäre Entwicklung unterschieden.

- Zelle und Organismus zeigen eine artspezifische individuelle Entwicklung. Auch die Ökosysteme und die Biosphäre verändern sich in der Zeit. Die Entwicklung von Ökosystemen verändert die Biosphäre.
- Genetische Anlagen und Umwelteinflüsse bedingen den Verlauf der artspezifischen Individualentwicklung.
- Mutation und Selektion gehören zu den Ursachen der innerartlichen und stammesgeschichtlichen Entwicklung.
- Die individuelle Entwicklung von Organismen und die stammesgeschichtliche Entwicklung vollzieht sich in unterschiedlich langen Zeiträumen.
- Der Mensch verändert direkt und indirekt lebendige Systeme.

Mittels dieser Basiskonzepte beschreiben und strukturieren die Schülerinnen und Schüler in der Biologie fachwissenschaftliche Inhalte. Mit ihnen bewältigen die Lernenden einerseits die

Komplexität biologischer Sachverhalte, die von der Biologie dynamisch weiterentwickelt werden, vernetzen andererseits das exemplarisch und kumulativ erworbene Wissen. Ein zusammenhängendes und ganzheitliches Verständnis für biologische Fragen und Sachverhalte zeigen Lernende, wenn sie in der Lage sind, bei der Bearbeitung biologischer Fragestellungen flexibel die Systemebenen zu wechseln (vertikaler Perspektivwechsel) und unterschiedliche naturwissenschaftliche Perspektiven innerhalb der Biologie und zwischen den Naturwissenschaften einzunehmen (horizontaler Perspektivwechsel). Beim Aufbau des vernetzten Wissens entwickeln die Lernenden in besonderem Maße systemisches und multiperspektivisches Denken.

Basiskonzepte ermöglichen den Schülerinnen und Schülern auch deshalb eine interdisziplinäre Vernetzung von Wissen, weil die Lernenden in den Fächern Chemie und Physik vergleichbare Konzepte benutzen. Das Basiskonzept System verbinden sie mit dem Basiskonzept Systeme in der Physik und das Basiskonzept Struktur und Funktion mit dem Basiskonzept zu Struktur-Eigenschafts-Beziehungen in der Chemie. Somit besitzen die Schülerinnen und Schüler mit Erwerb des Mittleren Schulabschlusses ein in Konzepten strukturiertes naturwissenschaftliches Grundwissen. Das erreichte biologische Grundverständnis ermöglicht die Beurteilung biologischer Anwendungen, z. B. im Umweltbereich unter Berücksichtigung des Naturschutzes und der nachhaltigen Entwicklung, im biotechnologischen Bereich oder in der Medizin unter Berücksichtigung wirtschaftlicher, sozialer oder ethischer Aspekte. Dies erlaubt die Teilhabe an der gesellschaftlichen Diskussion. Die Beschäftigung von Wechselwirkung in bzw. zwischen Biosystemen fördert das Denken in Systemen und wirkt rein linearem Denken entgegen.

Für die vertiefende Bildung in den weiterführenden Bildungsgängen nach dem Mittleren Schulabschluss werden die Basiskonzepte stärker ausdifferenziert.

2.2 Erkenntnisgewinnung

Beobachten, Vergleichen, Experimentieren, Modelle nutzen und Arbeitstechniken anwenden

Die Biologie nutzt die kriterienbezogene Beobachtung von biologischen Phänomenen, das hypothesengeleitete Experimentieren, das kriterienbezogene Vergleichen und die Modellbildung als grundlegende wissenschaftsmethodische Verfahren.

Beim hypothesengeleiteten Arbeiten gehen die Schülerinnen und Schüler in drei Schritten vor. Zunächst formulieren sie aus einem Problem heraus eine Fragestellung und stellen hierzu bezogene Hypothesen auf. Dann planen sie eine Beobachtung, einen Vergleich oder ein Experiment und führen diese Untersuchungsmethoden durch. Sie wenden dabei in der Biologie bestimmte Arbeitstechniken an wie das Mikroskopieren, das Bestimmen oder das Auszählen

von Lebewesen. Schließlich werten die Lernenden die gewonnenen Daten aus und interpretieren sie hinsichtlich der Hypothesen.

Biologische Erkenntnisse über verwandtschaftliche Beziehungen, z. B. zwischen Arten sowie über ökologische Ähnlichkeiten und Unterschiede erwerben die Lernenden mit Hilfe des kriterienbezogenen Beobachtens und Vergleichens. Dies schließt auch die Auseinandersetzung mit der Evolutionstheorie ein.

Modelle und Modellbildung kommen im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess von Schülerinnen und Schülern besonders dann zur Anwendung, wenn sie komplexe Phänomene bearbeiten oder veranschaulichen. Lernende verwenden ein Modell als eine idealisierte oder generalisierte Darstellung eines existierenden oder gedachten Objektes bzw. Systems. Beim Arbeiten mit Modellen berücksichtigen die Lernenden nur diejenigen Eigenschaften eines Realobjektes, die für die Beantwortung der Fragestellung als wesentlich erachtet werden. Insofern ist gerade das Modellieren bzw. kritische Reflektieren des Modells bedeutsamer Teil der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung.

2.3 Kommunikation

Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen

Kommunikationskompetenz ist die Grundlage menschlichen Zusammenlebens sowohl in der privaten Sphäre als auch in der Arbeitswelt. Kommunizieren ermöglicht den Lernenden die Auseinandersetzung mit der Lebenswirklichkeit und damit auch das Erfassen und Vermitteln biologischer Sachverhalte. Formen von Kommunikation sind einerseits direkter Lerngegenstand, andererseits Mittel im Lernprozess. Erkenntnisgewinn und fachbezogener Spracherwerb bedingen sich gegenseitig.

Grundlage zur Erschließung der Welt ist die Wortsprache. Auch das Fach Biologie leistet einen unterrichtlichen Beitrag zum Ausbau der Sprachkompetenz, vor allem der fachlich basierten Lese- und Mitteilungskompetenz der Lernenden. Die Lernenden tragen ihre individuellen Alltagsvorstellungen in den Fachunterricht hinein und umgekehrt fachliche Konzepte und Fachsprache in die Alltagssprache zurück. Dadurch erreichen Schülerinnen und Schüler eine Diskursfähigkeit über Themen der Biologie, einschließlich solcher, die von besonderer Gesellschafts- und Alltagsrelevanz sind.

Zum Kommunizieren im Fach Biologie werden vielfältige Texte und andere Informationsträger verwendet, wie etwa Bilder, Grafiken, Tabellen, fachliche Symbole, Formeln, Gleichun-

gen und Graphen. Schülerinnen und Schüler erfassen den Informationsgehalt der verschiedenen Träger, beziehen sie aufeinander, verarbeiten sie und äußern sich dazu. Diese Fähigkeiten sind wesentlicher Bestandteil einer erweiterten Lese- bzw. Verstehenskompetenz. Der schlüssigen und strukturierten sprachlichen Darstellung sowie der eigenen Stellungnahme in mündlicher und schriftlicher Form kommt eine besondere Bedeutung zu.

Die Verarbeitung biologischer Informationen erfolgt auf der Grundlage des Vorwissens der Lernenden. Vielfach bringen Schülerinnen und Schüler hierzu Alltagsvorstellungen mit, die für die Entwicklung des fachlich angemessenen Verständnisses bedeutsam und ggf. zu modifizieren sind. Schülerinnen und Schüler reflektieren über eigenes Vorwissen, erworbene Lernstände und Lernprozesse. Darüber hinaus nutzen die Lernenden die praktischen Methoden und Verfahren der Erkenntnisgewinnung als Informationsquellen, hinzu kommen Medien wie Buch, Zeitschrift, Film, Internet, Datenverarbeitungsprogramm, Animation, Simulationen und Spiele sowie die Befragung von Experten. Wenn Schülerinnen und Schüler diese Quellen zielgerichtet nutzen und sich in produktiver Weise mit ihnen auseinandersetzen, verfügen sie über eine ausgeprägte Kommunikationskompetenz.

Kommunikationskompetenz wird in verschiedenen Sozialformen entwickelt und durch kritische Reflexion der Prozesse gefördert. Somit ist die im Unterricht erworbene Kommunikationskompetenz im Sinne lebenslangen Lernens auch eine Basis für die außerschulische Kommunikation.

2.4 Bewertung

Biologische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

Auf der Grundlage eines basalen und vernetzten Fachwissens erwerben Lernende Kenntnisse über Organisationsstrukturen und -prozesse lebendiger Systeme, einschließlich der des eigenen Körpers. Schülerinnen und Schüler entwickeln Wertschätzung für eine intakte Natur und eine eigene gesunde Lebensführung, zeigen Verständnis für Entscheidungen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung. Sie erschließen sich neue Sachverhalte in Anwendungsgebieten der modernen Biologie und können sich dann am gesellschaftlichen, z. T. kontrovers geführten Diskurs beteiligen, wenn sie Bewertungskompetenz entwickelt haben.

Schwerpunkte einer ethischen Urteilsbildung im weitesten Sinne sind im Biologieunterricht Themen, die das verantwortungsbewusste Verhalten des Menschen gegenüber sich selbst und anderen Personen sowie gegenüber der Umwelt betreffen. Beispiele dafür sind die Forschung an Embryonen, die gentechnische Veränderung von Lebewesen, Massentierhaltung und Eingriffe in Ökosysteme. Kriterien für Bewertungen liefern Grundsätze einer nachhaltigen Entwicklung sowie zwei grundlegende ethische Denktraditionen. Die eine stellt in erster Linie die Würde des Menschen in den Mittelpunkt und sieht diese als unantastbar an, die andere orien-

tiert sich letztlich am Wohlergehen des Menschen bzw. am Schutz einer systemisch intakten Natur um ihrer Selbstwillen.

Bevor Schülerinnen und Schüler die eigentliche Bewertung vornehmen, klären sie die biologischen Sachverhalte und erfassen die mögliche Problematik. Dabei nehmen sie in unterschiedlicher Weise die familiäre Perspektive oder die Sichtweise des Freundeskreises, die Perspektive einzelner Gruppen in der Gesellschaft, einer anderen Kultur, der Gesetzgebung oder auch die Dimension der Natur ein. Zu dieser Fähigkeit des Perspektivenwechsels gehört auch, sich in die Rolle eines anderen Menschen einzufühlen und Verständnis dafür zu entwickeln, dass jemand anders denkt und sich daher anders entscheidet als man selbst. Dies erleichtert es, sich des eigenen Toleranzrahmens bewusst zu werden und diesen zu erweitern. Schülerinnen und Schüler setzen beim systematischen Bewerten von Handlungsmöglichkeiten diese mit ethischen Werten in Beziehung. Lernende sollen selbst ein eigenes oder auch fremdes, andersartiges Urteil begründen können. Auf dieser Basis vertreten sie unter Berücksichtigung individueller und gesellschaftlich verhandelbarer Werte einen eigenen Standpunkt. Durch die ethische Bewertung wird die naturwissenschaftliche Perspektive im engeren Sinne ergänzt. Dies impliziert wiederum multiperspektivisches Denken. Beides ist wesentlicher Bestandteil eines modernen Biologieunterrichts.

3 Standards für die Kompetenzbereiche des Faches Biologie

Im Folgenden werden für die vier Kompetenzbereiche Regelstandards formuliert, die von Schülerinnen und Schülern mit Erreichen des Mittleren Schulabschlusses zu erwerben sind. Eine Zuordnung zu konkreten Inhalten erfolgt exemplarisch in den Aufgabenbeispielen.

3.1 Standards für den Kompetenzbereich Fachwissen

Lebewesen, biologische Phänomene, Begriffe, Prinzipien und Fakten kennen und den Basiskonzepten zuordnen

F 1 System

Die Schülerinnen und Schüler ...

- F 1.1 verstehen die Zelle als System,
- F 1.2 erklären den Organismus und Organismengruppen als System,
- F 1.3 erklären Ökosystem und Biosphäre als System,
- F 1.4 beschreiben und erklären Wechselwirkungen im Organismus, zwischen Organismen sowie zwischen Organismen und unbelebter Materie
- F 1.5 wechseln zwischen den Systemebenen,
- F 1.6 stellen einen Stoffkreislauf sowie den Energiefluss in einem Ökosystem dar,
- F 1.7 beschreiben Wechselwirkungen zwischen Biosphäre und den anderen Sphären der Erde,
- F 1.8 kennen und verstehen die grundlegenden Kriterien von nachhaltiger Entwicklung.

F 2 Struktur und Funktion

Die Schülerinnen und Schüler ...

- F 2.1 beschreiben Zellen als strukturelle und funktionelle Grundbaueinheiten von Lebewesen,
- F 2.2 vergleichen die bakterielle, pflanzliche und tierliche Zelle in Struktur und Funktion,
- F 2.3 stellen strukturelle und funktionelle Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Organismen und Organismengruppen dar,
- F 2.4 beschreiben und erklären Struktur und Funktion von Organen und Organsystemen, z. B. bei der Stoff- und Energieumwandlung, Steuerung und Regelung, Informationsverarbeitung, Vererbung und Reproduktion,
- F 2.5 beschreiben die strukturelle und funktionelle Organisation im Ökosystem,
- F 2.6 beschreiben und erklären die Anpasstheit ausgewählter Organismen an die Umwelt.

F 3 Entwicklung

Die Schülerinnen und Schüler ...

- F 3.1 erläutern die Bedeutung der Zellteilung für Wachstum, Fortpflanzung und Vermehrung,
- F 3.2 beschreiben die artspezifische Individualentwicklung von Organismen,
- F 3.3 beschreiben verschiedene Formen der Fortpflanzung,
- F 3.4 beschreiben ein Ökosystem in zeitlicher Veränderung,
- F 3.5 beschreiben und erklären stammesgeschichtliche Verwandtschaft von Organismen,
- F 3.6 beschreiben und erklären Verlauf und Ursachen der Evolution an ausgewählten Lebewesen,
- F 3.7 erklären die Variabilität von Lebewesen,
- F 3.8 kennen und erörtern Eingriffe des Menschen in die Natur und Kriterien für solche Entscheidungen.

3.2 Standards für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Beobachten, Vergleichen, Experimentieren, Modelle nutzen und Arbeitstechniken anwenden

Die Schülerinnen und Schüler ...

- E 1 mikroskopieren Zellen und stellen sie in einer Zeichnung dar,
- E 2 beschreiben und vergleichen Anatomie und Morphologie von Organismen,
- E 3 analysieren die stammesgeschichtliche Verwandtschaft bzw. ökologisch bedingte Ähnlichkeit bei Organismen durch kriteriengeleitetes Vergleichen ,
- E 4 ermitteln mithilfe geeigneter Bestimmungsliteratur im Ökosystem häufig vorkommende Arten,
- E 5 führen Untersuchungen mit geeigneten qualifizierenden oder quantifizierenden Verfahren durch,
- E 6 planen einfache Experimente, führen die Experimente durch und/oder werten sie aus,
- E 7 wenden Schritte aus dem experimentellen Weg der Erkenntnisgewinnung zur Erklärung an,
- E 8 erörtern Tragweite und Grenzen von Untersuchungsanlage, -schritten und -ergebnissen,
- E 9 wenden Modelle zur Veranschaulichung von Struktur und Funktion an,
- E 10 analysieren Wechselwirkungen mit Hilfe von Modellen,
- E 11 beschreiben Speicherung und Weitergabe genetischer Information auch unter Anwendung geeigneter Modelle,
- E 12 erklären dynamische Prozesse in Ökosystemen mithilfe von Modellvorstellungen,
- E 13 beurteilen die Aussagekraft eines Modells.

3.3 Standards für den Kompetenzbereich Kommunikation

Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen

Schülerinnen und Schüler ...

- K 1 kommunizieren und argumentieren in verschiedenen Sozialformen,
- K 2 beschreiben und erklären Originale oder naturgetreue Abbildungen mit Zeichnungen oder idealtypischen Bildern,
- K 3 veranschaulichen Daten messbarer Größen zu Systemen, Struktur und Funktion sowie Entwicklung angemessen mit sprachlichen, mathematischen oder bildlichen Gestaltungsmitteln,
- K 4 werten Informationen zu biologischen Fragestellungen aus verschiedenen Quellen zielgerichtet aus und verarbeiten diese auch mit Hilfe verschiedener Techniken und Methoden adressaten- und situationsgerecht,
- K 5 stellen biologische Systeme, z. B. Organismen, sachgerecht, situationsgerecht und adressatengerecht dar,
- K 6 stellen Ergebnisse und Methoden biologischer Untersuchung dar und argumentieren damit,
- K 7 referieren zu gesellschafts- oder alltagsrelevanten biologischen Themen,
- K 8 erklären biologische Phänomene und setzen Alltagsvorstellungen dazu in Beziehung,
- K 9 beschreiben und erklären den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen bzw. alltagssprachlichen Texten und von Bildern in strukturierter sprachlicher Darstellung,
- K 10 wenden idealtypische Darstellungen, Schemazeichnungen, Diagramme und Symbolsprache auf komplexe Sachverhalte an.

3.4 Standards für den Kompetenzbereich Bewertung

Biologische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten

Schülerinnen und Schüler ...

- B 1 unterscheiden zwischen beschreibenden (naturwissenschaftlichen) und normativen (ethischen) Aussagen,
- B 2 beurteilen verschiedene Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit und zur sozialen Verantwortung,
- B 3 beschreiben und beurteilen Erkenntnisse und Methoden in ausgewählten aktuellen Bezügen wie zu Medizin, Biotechnik und Gentechnik, und zwar unter Berücksichtigung gesellschaftlich verhandelbarer Werte,
- B 4 beschreiben und beurteilen die Haltung von Heim- und Nutztieren,
- B 5 beschreiben und beurteilen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in einem Ökosystem,
- B 6 bewerten die Beeinflussung globaler Kreisläufe und Stoffströme unter dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung,

B 7 erörtern Handlungsoptionen einer umwelt- und naturverträglichen Teilhabe im Sinne der Nachhaltigkeit.

4 Aufgabenbeispiele

Zielsetzung dieses Kapitels ist die Veranschaulichung der Standards basierend auf den vier Kompetenzbereichen sowie die Verdeutlichung eines Anspruchsniveaus.

4.1 Fachspezifische Beschreibung der Anforderungsbereiche

Da noch keine empirisch abgesicherten Kompetenzstufenmodelle vorliegen, wird zunächst zur Einschätzung der in den Aufgabenbeispielen gestellten Anforderungen auf drei Bereiche zurückgegriffen, die sich in ihrer Beschreibung an den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) orientieren. Dabei gilt, dass die Anforderungsbereiche nicht Ausprägungen oder Niveaustufen einer Kompetenz sind. Es handelt sich vielmehr um Merkmale von Aufgaben, die verschiedene Schwierigkeitsgrade innerhalb ein und derselben Kompetenz abbilden können. Die nachfolgenden Formulierungen zeigen deshalb zunächst charakterisierende Kriterien zur Einordnung in einen der Anforderungsbereiche auf.

Anforderungsbereich I: Sachverhalte, Methoden und Fertigkeiten reproduzieren

Dieses Anspruchsniveau umfasst die Wiedergabe von Fachwissen und die Wiederverwendung von Methoden und Fertigkeiten.

Anforderungsbereich II: Sachverhalte, Methoden und Fertigkeiten in neuem Zusammenhang benutzen

Dieses Niveau umfasst die Bearbeitung grundlegender bekannter Sachverhalte in neuen Kontexten, wobei das zugrunde liegende Fachwissen bzw. die Kompetenzen auch in anderen thematischen Zusammenhängen erworben sein können.

Anforderungsbereich III: Sachverhalte neu erarbeiten und reflektieren sowie Methoden und Fertigkeiten eigenständig anwenden

Dieses Niveau umfasst die eigenständige Erarbeitung und Reflexion unbekannter Sachverhalte und Probleme auf der Grundlage des Vorwissens. Konzeptwissen und Kompetenzen werden u. a. genutzt für eigene Erklärungen, Untersuchungen, Modellbildungen oder Stellungnahmen.

		Anforderungsbereiche		
		I	II	III
Kompetenzbereich	Fachwissen	<ul style="list-style-type: none"> • Basiskonzepte kennen und mit bekannten Beispielen beschreiben, • Kenntnisse wiedergeben und mit Konzepten verknüpfen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Biologisches Wissen in einfachen Kontexten verwenden, • neue Sachverhalte konzeptbezogen beschreiben und erklären, • biologische Sachverhalte auf verschiedenen Systemebenen erklären, • bekannte biologische Phänomene mit Basiskonzepten, Fakten und Prinzipien erläutern. 	<ul style="list-style-type: none"> • Biologisches Wissen in komplexeren Kontexten neu verwenden, • neue Sachverhalte aus verschiedenen biologischen oder naturwissenschaftlichen Perspektiven erklären, • Systemebenen eigenständig wechseln für Erklärungen.
	Erkenntnisgewinnung	<ul style="list-style-type: none"> • Versuche nach Anleitung durchführen, • Versuche sachgerecht protokollieren, • Arbeitstechniken sachgerecht anwenden, • Untersuchungsmethoden und Modelle kennen und verwenden, • kriterienbezogene Vergleiche beschreiben, • Modelle sachgerecht nutzen, • Modelle praktisch erstellen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Biologische Fachfragen stellen und Hypothesen formulieren, • Experimente planen, durchführen und deuten, • Beobachtungen und Daten auswerten, • biologiespezifische Arbeitstechniken in neuem Zusammenhang anwenden, • Unterschiede <u>und</u> Gemeinsamkeiten kriterienbezogen analysieren, • Sachverhalte mit Modellen erklären. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenständig biologische Fragen und Hypothesen finden und formulieren, • Daten hypothesen- und fehlerbezogen auswerten und interpretieren, • Organismen ordnen anhand selbst gewählter Kriterien, • Arbeitstechniken zielgerichtet auswählen oder variieren, • Hypothesen erstellen mit einem Modell, • Modelle kritisch prüfen im Hinblick auf ihre Aussagekraft und Tragfähigkeit.
	Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> • Eigene Kenntnisse und Arbeitsergebnisse kommunizieren, • Fachsprache benutzen, • Informationen aus leicht erschließbaren Texten, Schemata und anderen Darstellungsformen entnehmen, verarbeiten und kommunizieren. 	<ul style="list-style-type: none"> • Darstellungsformen wechseln, • Fachsprache in neuen Kontexten benutzen, • Fachsprache in Alltagssprache und umgekehrt übersetzen, • Alltagsvorstellungen und biologische Sachverhalte unterscheiden. 	<ul style="list-style-type: none"> • verschiedene Informationsquellen bei der Bearbeitung neuer Sachverhalte zielführend nutzen, • eigenständig sach- und adressatengerecht argumentieren und debattieren sowie Lösungsvorschläge begründen.
	Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> • Biologischen Sachverhalt in einem bekanntem Bewertungskontext wiedergeben, • Bewertungen nachvollziehen, • bekannte Bewertungskriterien zu Gesundheit, Menschenwürde, intakte Umwelt, Nachhaltigkeit beschreiben. 	<ul style="list-style-type: none"> • Biologische Sachverhalte in einem neuen Bewertungskontext erläutern, • Entscheidungen bezüglich Mensch oder Natur in einem neuen Bewertungskontext erkennen und beschreiben, • Sachverhalt in Beziehung setzen mit Werten zu Gesundheit, Menschenwürde, intakte Umwelt, Nachhaltigkeit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Biologische Sachverhalte in einem neuem Bewertungskontext erklären, • Fremdperspektiven einnehmen und Verständnis entwickeln für andersartige Entscheidungen, • eigenständig Stellung nehmen, • gesellschaftliche Verhandbarkeit von Werten begründend erörtern.

4.2 Kommentierte Aufgabenbeispiele

Der inhaltliche Schwerpunkt der Aufgaben wird jeweils in Bezug auf die Basiskonzepte beim Aufgabentitel angegeben. Der Erwartungshorizont einer Lösung wird im Anschluss an die Aufgabenstellung beschrieben. Bei offenen Aufgaben ist in der Regel ein Lösungsweg angegeben. Die vorgeschlagenen Erwartungshorizonte stellen einen Kompromiss zwischen schülernaher Formulierung und fachlicher Exaktheit dar. Aus dem Erwartungshorizont ist die Schwerpunktsetzung bei den Kompetenzbereichen und die Zuordnung zu den Standards erkennbar.

Die Umfänglichkeit mancher Aufgaben begründet sich einerseits in der Zielsetzung, mit der Aufgabenstellung einen Kompetenzbereich möglichst klar und umfassend zu illustrieren. Andererseits belegt es die schon genannte Komplexität biologischer Sachverhalte. Die Texte in den Aufgaben nehmen auf das Alter der Zielgruppe und die vorhandene Lesekompetenz besonders Rücksicht.

1. Aufgabenbeispiel: Das versiegelte Aquarium

Basiskonzept System

Seit drei Monaten steht im Klassenzimmer an einem hellen Platz ein versiegeltes Aquarium. Es handelt sich um ein verschlossenes Wasserglas, das 1000 ml fasst und mit 800 ml Wasser gefüllt ist.

Das Aquarium ist mit mehreren grünen Wasserpflanzen bepflanzt worden, deren Gewicht beim Einpflanzen zusammen 215 g betragen hat. Ferner leben im Aquarium von Anfang an zwei Spitzschlammschnecken, die zusammen 18 g wiegen. Diese Schnecken sind, obwohl im Wasser lebend, Lungenschnecken und wechselwarme Tiere. Sie ernähren sich von Wasserpflanzen, Algenaufwuchs, Kleinstlebewesen und Aas.



Aufgabenstellung:

1. Das Aquarium ist nicht vollständig mit Wasser gefüllt.

Der Luftraum im Aquarium hat folgende Bedeutung:

- (a) Der Luftraum im Aquarium dient der Wärmeisolierung.
- (b) Der Luftraum ist eigentlich ein Versehen.
- (c) Die Schnecken benötigen den Luftraum zur Atmung.
- (d) Pflanzen benötigen den Luftraum zur Atmung

Wählen Sie die richtige Aussage aus und begründen Sie Ihre Entscheidung ..

2. Obwohl Schnecken häufig Fraßschäden anrichten, ist es ihnen auch nach drei Monaten nicht gelungen, den Pflanzenbestand im Aquarium abzuweiden. Vielmehr gedeihen die Pflanzen ausgesprochen gut. Ein Schüler der Klasse erklärt: „Dies liegt am Schneckenkot. Schnecken scheiden etwa soviel Kot aus, wie sie an Nahrung zu sich nehmen. Dieser Kot dient den Pflanzen als Nahrung. Somit wachsen die Pflanzen ständig.“

2.1 Nehmen Sie zu dieser Argumentation Stellung.

2.2 Stellen Sie den korrekten Sachverhalt als Stoffkreislauf schematisch dar.

3. Die Schülerinnen und Schüler erhalten den Auftrag, selbst versiegelte Aquarien mit verschiedenen Wasserpflanzen und Spitzschlammschnecken einzurichten und diese zu Hause einen Monat lang zu beobachten. Der Lehrer rät: „Stellt die Aquarien nicht an eine zu dunkle Stelle eures Zimmers“.

Begründen Sie, warum der Rat des Lehrers beachtenswert ist.

Erwartungshorizont:

	Erwartete Schülerleistung	AFB	Standards			
			F	E	K	B
1	Antwort c ist richtig. Da Spitzschlammschnecken Lungenatmer sind, können sie den im Wasser gelösten Sauerstoff nicht aufnehmen. Sie sind gezwungen, an der Wasseroberfläche Luftsauerstoff zu atmen. Dies gelingt nur bei einem entsprechenden Luftraum im Glas.	II	1.4	12		
2.1	Schneckenkot wird im Aquarium bakteriell zu Nährsalzen abgebaut, die als Dünger auf die Wasserpflanzen einwirken und so das Pflanzen- als auch das Algenwachstum positiv beeinflussen. Der Zuwachs an Biomasse begründet sich jedoch durch die Fotosynthese der grünen Sprosspflanzen und Algen. Bei diesem Prozess werden aus Kohlendioxid und Wasser Kohlenhydrate aufgebaut und Sauerstoff freigesetzt. Die Kohlenhydrate werden von der Pflanze teilweise in Gerüststoffe umgebaut oder in Nährstoffdepots gespeichert. Bei ausreichendem Algenzuwachs und nicht zu großer Schneckenzahl sind <i>Schnecken</i> nicht in der Lage, die Pflanzen abzuweiden.	II	1.4	12	1	
2.2	<div style="text-align: center;">Licht</div> <p>Das Diagramm zeigt zwei Boxen. Die obere Box ist beschriftet mit 'Wasserpest, Alge:' und enthält die chemische Formel $CO_2 + H_2O$. Ein Pfeil führt von dieser Box nach rechts zu 'Biomasse <C,H,O>', von wo ein Pfeil nach rechts zu O_2 zeigt. Ein Pfeil führt von 'Biomasse <C,H,O>' nach unten zu einer unteren Box 'Schnecke:'. Ein Pfeil führt von der Schnecke nach links zu $..CO_2$, von wo ein Pfeil nach oben zurück zur oberen Box führt. Ein Pfeil führt von 'Licht' nach unten zur oberen Box.</p>	I evtl II	1.4 1.5 1.6	12	10	
3	Grüne Pflanzen produzieren mithilfe des Sonnenlichts energiereiche Kohlenhydrate, die gleichzeitig tierischen Lebewesen als Nahrung dienen können. Diese Produktion ist neben einer ausreichenden Kohlenstoffdioxidkonzentration entscheidend von der Helligkeit abhängig. Diese wirkt auf das geschlossene System als äußere Einflussgröße ein. Steht das Aquarium zu dunkel, werden Fotosyntheserate und somit der pflanzliche Zuwachs reduziert. Somit wäre denkbar, dass die Schnecken den Pflanzen stark zusetzen und so das Systemgleichgewicht entscheidend stören. Sinkt die Helligkeit unter einen bestimmten Grenzwert, stellen die Pflanzen die Produktion gänzlich ein und sterben ab. Somit bricht das System zusammen.	II	1.3 1.4		1 8	

2. Aufgabenbeispiel: Sardellen im Pazifik

Basiskonzept System



Die Sardelle tritt in Schwärmen hauptsächlich in den Küstenregionen Perus und Chiles auf und ist für diese Länder eine wichtige Erwerbsquelle. In den letzten Jahrzehnten wurden immer mehr Fische gefangen, sowohl als Nahrung für den Menschen als auch zur Herstellung von Fischmehl, das als Futter vor allem in der Massentierhaltung verwendet wird. Wertvoll ist der Fisch für den Menschen auch aus wirtschaftlichen Gründen, denn riesige Seevogelschwärme ernähren sich von ihm, deren Kotablagerungen (Guano) auf dem Festland als Dünger weltweit verkauft werden. Außerdem stellen Sardellen im Ökosystem Meer selbst eine wichtige Nahrung für andere Fische wie für den Thunfisch dar.

Heute sind die Sardellenbestände aufgrund ständiger Überfischung stark geschrumpft.

Auch klimatische Wechsel beeinflussen die Bestände. Die wohl bekannteste Ursache für natürliche Bestandsschwankungen ist „El Niño“, ein Phänomen, das in unregelmäßigen Abständen meist um die Weihnachtszeit vor der südamerikanischen Küste auftritt („El Niño“ bedeutet auf Spanisch das Christkind). „El Niño“ ist eine warme Meeresströmung, die den sonst kalten Humboldtstrom vor der südamerikanischen Küste verdrängt.

Kalte Gewässer enthalten mehr pflanzliches und tierisches Plankton, von dem sich die Sardelle ernährt. Die Sardellen sind daher gezwungen, sich in kühlere, tiefere Wasserschichten zurückzuziehen. Nahrungsmangel kann dazu führen, dass sich die ausgewachsenen Sardellen nicht mehr fortpflanzen und ein ganzer Sardellenjahrgang ausfällt.

Aufgabenstellung:

1. Ermitteln Sie aus dem Text die Umweltfaktoren, die Einfluss auf das Leben der Sardelle haben und ordnen Sie diese in geeigneten Gruppen.
2. Erläutern Sie, welche Anpassungen der Sardelle ein Leben im Wasser ermöglichen und gehen Sie dabei auch auf die Abbildungen ein.
3. a) Stellen Sie die Nahrungsbeziehungen der im Text genannten Lebewesen schematisch dar mit der Sardelle als Mittelpunkt. Benutzen Sie dabei Pfeile in der Bedeutung „wird gefressen von“.
b) Skizzieren Sie aus diesem Zusammenhang eine Nahrungspyramide und erläutern Sie diese.
4. Stellen Sie begründete Hypothesen aus Sicht der Fischer und deren Abnehmer auf, welche Auswirkungen eine weitere Überfischung der Sardellenbestände haben könnte. Gehen Sie bei der detaillierten Darstellung der Zusammenhänge auf ökologische und ökonomische Gesichtspunkte ein.

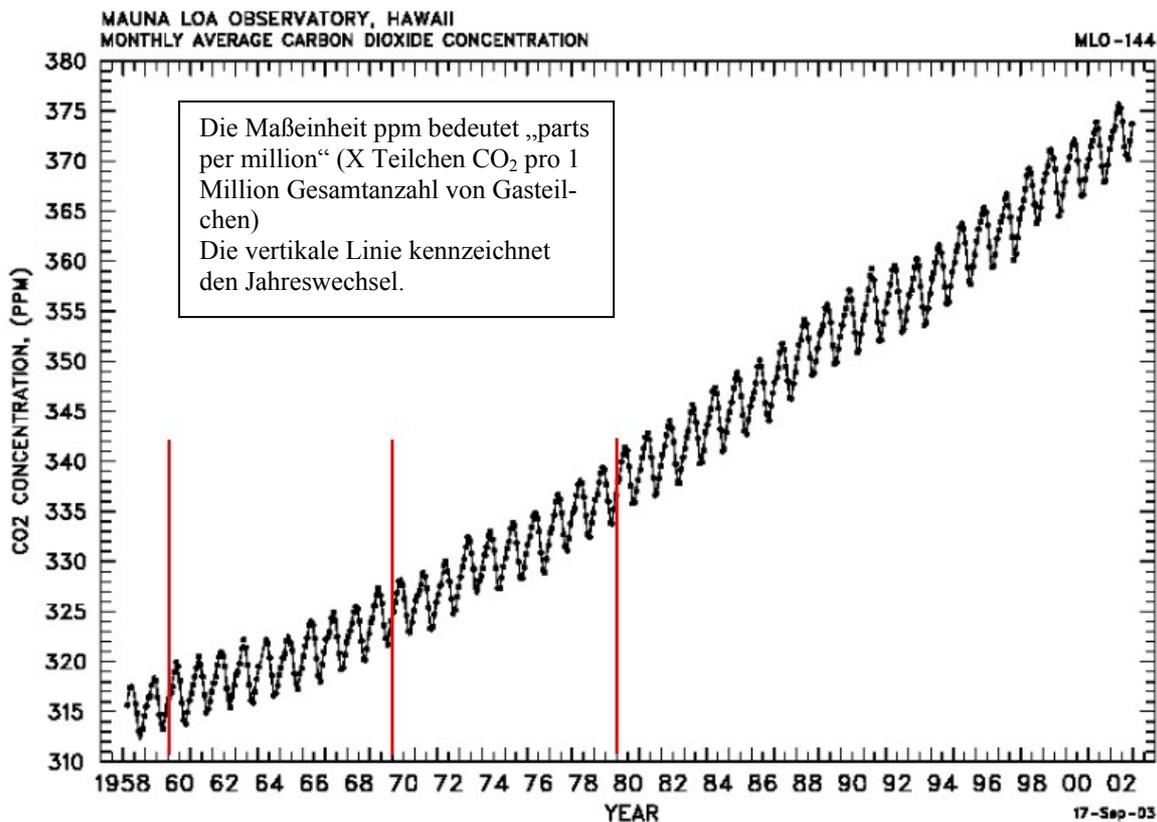
Erwartungshorizont:

	Erwartete Schülerleistung	AFB	Standards			
			F	E	K	B
1.	<p><u>Biotische Faktoren:</u> Mensch, andere Fressfeinde: z.B. Tunfisch, Seevögel Nahrung: Plankton</p> <p><u>Abiotische Faktoren:</u> Wassertemperatur, Lufttemperatur, Zusammensetzung des Wassers</p>	I-II	1.4		8	
2.	Erläuterung der Angepasstheit durch Eingehen auf die Morphologie des Körpers (Form, Flossen, Schuppen) und die Kiemenatmung sowie das Schwarmverhalten; darüber hinaus sind je nach Vorwissen weitere Angepasstheiten denkbar.	I-II	2.6			
3.a	<p>→ bedeutet „wird gefressen von“</p> <pre> Seevogel / Plankton → Sardelle → Thunfisch \ Mensch </pre>	II	1.4 1.6		9	
3.b	Skizze einer Nahrungspyramide mit: Produzenten (Plankton), Konsumenten I. Ordnung (Sardelle), Konsument II. Ordnung (Thunfisch, Seevogel,..)					
4	<ul style="list-style-type: none"> • Mensch verringert durch Befischen den Bestand der Sardelle. • Durch den El Niño steigt die Wassertemperatur, das hat schlechtere Nahrungsbedingungen für die Sardellen zur Folge, also sinkt der Sardellenbestand weiter. • Raubfisch- (z.B. Tunfisch-) und Seevögelbestand werden wegen des geringeren Sardellenbestandes ebenfalls dezimiert (Räuber-Beute-Beziehung), <ul style="list-style-type: none"> - dadurch werden die Fischer erwerbs- und einkommenslos, - die Produkte (aus der Sardelle) werden für die Abnehmer teurer, da das Angebot geringer geworden ist und es steht auch weniger Guano zur Verfügung, - also werden noch mehr Fischer erwerbs- und einkommenslos. 	II	1.4	12		5

3. Aufgabenbeispiel: Mauna-Loa

Basiskonzept System

Material 1: Anstieg der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre, Messstation Mauna Loa Observatorium, Hawaii



Material 2:

Die Messstation Mauna Loa Observatorium auf Hawaii liegt auf einem Vulkanberg und gilt als idealer Messort, denn die Insel befindet sich in großer Entfernung zu den Kontinenten, auf denen in ganz unterschiedlicher Weise große Ausstöße von Kohlenstoffdioxid erfolgen. Solche große CO₂-Quellen stellen beispielsweise die Kohlekraftwerke und der Verkehr in den Industrienationen dar. Auch durch Brandrodungen in tropischen Wäldern wird viel CO₂ freigesetzt. Bedeutsam ist auch die Größe der Kontinente. So ist die Landmasse der Nordhalbkugel größer als die der Südhalbkugel. Auf der Nordhalbkugel wird auch deshalb mehr CO₂ freigesetzt als auf der Südhalbkugel, weil dort mehr Menschen leben.

Die Messwerte von Mauna Loa zeigen zuverlässig Änderungen der Konzentration von Kohlenstoffdioxid in der unteren Atmosphäre. Sie spiegeln in erster Linie die atmosphärischen Veränderungen der Nordhalbkugel wider, in zweiter die der gesamten Erdatmosphäre. Die Durchmischung mit der Atmosphäre der Südhalbkugel über den Äquator erfolgt verhältnismäßig langsam.

Aufgabenstellung:

- 1959 begannen Forscher auf Hawaii die CO₂-Konzentrationen der Erdatmosphäre zu messen (siehe Material 1).
Erklären Sie die jährlichen Schwankungen der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre mit Ihren Kenntnissen zu Fotosynthese und Atmung sowie der hohen Besiedlungsdichte in der Nordhalbkugel!
- Außer den zu verzeichnenden Schwankungen innerhalb eines Jahres ist auch ein Anstieg der CO₂-Konzentration von Jahr zu Jahr zu messen.
Nennen Sie Gründe für den kontinuierlichen Anstieg.

Erwartungshorizont:

	Erwartete Schülerleistung	AFB	Standards			
			F	E	K	B
1	<p>In der Fotosynthese verbrauchen Pflanzen CO₂, durch Atmung setzen Pflanzen und Tiere CO₂ frei. Somit wird die CO₂-Konzentration der Atmosphäre grundsätzlich bestimmt durch die Abgabe von CO₂ aus Atmungsprozessen (und darüber hinaus aus anderen Verbrennungsvorgängen) als auch durch die fotosynthetische Aufnahme von CO₂ durch die Pflanze.</p> <p>Die Schwankungen spiegeln den Wechsel der Jahreszeiten wider und eine in den Wintermonaten in der Summe nachlassende Fotosyntheseintensität der Pflanzen.</p> <p>Gründe sind u. a.: weniger Licht, geringere Temperatur, weniger grüne Laubblätter.</p> <p>Zusätzlich wird in den fotosyntheselosen, kalten Monaten in den besiedelten Gebieten geheizt.</p>	II	1.3 1.4 1.5 3.4	7		
2	<p>Anstieg durch menschlich bedingte Abgabe von CO₂, z. B. allgemein durch die Zunahme industrieller Produktion, Zunahme des Verkehrs auch in Ländern mit bislang geringerem Verkehrsaufkommen wie China, Zunahme der Nutzung von Energie verbrauchenden Kulturgütern in Schwellenländern.</p> <p>Aber auch Anstieg durch natürlich bedingte Ursachen wie Erhöhung der Atmungsintensität nach auf Auftauen von Permafrostböden aufgrund der Erhöhung der mittleren Temperatur der Erde. (Individuelle Argumentationen gemäß den Kenntnissen vorausgegangenen Unterrichts)</p>	I	3.8			5

4. Aufgabenbeispiel : Rätselhaftes Amphibiensterben

Basiskonzept System

Seit 1979 erforschen Ökologen die Lebensbedingungen von Lurchen (Amphibien) im nordamerikanischen Kaskadengebirge. Dabei entdeckten sie, dass befruchtete Eier massenhaft abstarben und so der Bestand an erwachsenen Fröschen und Kröten im Laufe von zehn Jahren fortwährend abnahm. Es erhob sich der Verdacht, dass die ultraviolette Sonnenstrahlung im 1200 m hohen Gebirge ein übermäßiges Amphibiensterben verursacht. Dieser Verdacht gab den Anlass für eine vergleichende Untersuchung, deren Ergebnisse in der Tabelle zusammengefasst sind. Die Versuchsvarianten A und B wurden am natürlichen Standort durchgeführt.

Material 1:

Amphib	Entwicklung des Laichs im natürlichen Gewässer	A (Käfig, abgedeckt mit transparenter Plastikfolie, die kein UV-Licht durchlässt)	B (Käfig offen)
Königslaubfrosch	Normale Entwicklung der befruchteten Eier	Kaum Absterben der befruchteten Eier	Kaum Absterben der befruchteten Eier
Kaskadenfrosch	Massenhaftes Absterben von befruchteten Eiern	10 bis 20 % der befruchteten Eier sterben ab	Über 40 % der befruchteten Eier sterben ab
Nordkröte	Massenhaftes Absterben von befruchteten Eiern	10 bis 20 % der befruchteten Eier sterben ab	Über 40 % der befruchteten Eier sterben ab

Material 2: Der sichtbare Anteil der Sonnenstrahlung umfasst den Wellenlängenbereich 400 bis 800 nm (Nanometer). Der Energiegehalt dieses Lichts schädigt das Erbmaterial in den Zellen von Lebewesen nicht. Sonnenstrahlung enthält neben dem sichtbaren auch nicht sichtbares Licht. Hierzu gehört die ultraviolette Strahlung (UV-Strahlung). Diese ist energiereicher als sichtbares Licht. Je kürzer die Wellenlänge, desto energiereicher ist die Strahlung. Die Ozonschicht der Stratosphäre filtert aus der Sonnenstrahlung die ultraviolette Strahlung weitgehend heraus. Jährlich wird die Ozonschicht über den nördlichen Regionen der Nordhalbkugel im Frühjahr etwas dünner.

Material 3: Die Forscher untersuchten die Eier von Königslaubfrosch, Kaskadenfrosch und Nordkröte mit chemischen Methoden. Dabei zeigte sich, dass die Eier einen Stoff („X“) enthalten, der beim Kaskadenfrosch und der Nordkröte nur in geringen Mengen enthalten ist. Die Eier des Königslaubfrosches enthielten dagegen den Stoff X in vielfacher Menge verglichen mit dem Kaskadenfrosch und der Nordkröte.

Aufgabenstellung:

1. Entscheiden Sie mit Material 1 über die Richtigkeit folgender Aussagen:

ja	nein	Aussage
		Die Ergebnisse der Versuchsvarianten A und B bestätigen, dass UV-Licht die normale Entwicklung von Königslaubfrosch, Kaskadenfrosch und Nordkröte beeinträchtigt.
		Die Versuchsvarianten A und B sind geeignet, um den Einfluss von UV-Licht auf die Entwicklung von Amphibieneiern zu prüfen.
		Die Versuche zeigen, dass die Eier des Kaskadenfroschs und der Nordkröte empfindlich für UV-Licht sind.
		Die Versuche zeigen, dass die Eier des Königslaubfroschs in ihrer Entwicklung nicht von UV-Licht geschädigt werden.

2. Begründen Sie mit Material 2, warum der Versuch in den Varianten A und B am natürlichen Standort organisiert wurde. Die transparente Folie im Versuch A hielt gezielt UV-Strahlung zurück. Wie könnte die Hypothese lauten?
3. Welche Wirkung könnte der Stoff X (Material 3) nach Meinung der Forscher haben?
4. Entscheiden und begründen Sie, welche der genannten Amphibienarten den Lebensbedingungen im 1200 m hohen Kaskadengebirge am besten angepasst ist.

Erwartungshorizont:

	Erwartete Schülerleistung	AFB	Standards			
			F	E	K	B
1	Die Aussagen 2 bis 4 sind richtig.	I			8	
2	Versuchsvariante B erfasst das natürliche Strahlungsspektrum am Lebensort, Versuchsvariante A filtert UV-Licht-Anteile heraus, verändert aber nicht die anderen Umweltbedingungen für den Laich. Hypothese: Der Energiegehalt der UV-Strahlung schädigt Amphibien-Eier im Gewässer. Weil die Ozonschicht dünner wird, gelangt mehr ultraviolette Strahlung auf die Erde.	II	1.5 1.7	7		
3	Stoff X hebt die Wirkung der schädigenden UV-Strahlung auf. Oder: Stoff X nutzt den Energiegehalt der UV-Strahlung für eine chemische Reaktion. Dadurch wird das Erbmaterial nicht geschädigt. (Anführen <u>einer</u> Begründung in sachrichtiger Schülersprache)	II	2.1	7		
4	In größerer Höhe ist die UV-Strahlung erhöht, im Frühjahr erhöht sich der UV-Anteil noch einmal in den nördlichen Regionen der Nordhalbkugel. Der Königslaubfrosch enthält die größte Menge an Stoff X, ist somit am besten angepasst.	II	2.6	8		

5. Aufgabenbeispiel : Blauer Dunst

Basiskonzept System



Jede Zigarettenpackung informiert über die Gefährdung durch Rauchen. Die Zahl der Raucherinnen und Raucher nimmt kaum ab, im Gegenteil das Einstiegsalter zum Rauchen ist immer früher.

Aufgabenstellung:

Entwickeln Sie für die jüngsten Schülerinnen und Schüler Ihrer Schule ein Plakat, das überzeugen soll, nicht mit dem Rauchen anzufangen.

1. Informieren Sie sich vor allem anhand des Lernbuchs über die Sachlage.
2. Entscheiden Sie selbstständig, welche Informationen Sie der angesprochenen Altersgruppe geben und verwenden Sie für Ihre Zielgruppe eine altersgerechte Sprache.

Erwartungshorizont:

Erwartete Schülerleistung	AFB	Standards			
		F	E	K	B
<p>Zur Erfüllung der Aufgabe müssen die Schülerinnen und Schüler aus verschiedenen Quellen Informationen beschaffen und diese verarbeiten. Für die Plakatgestaltung sind sinnvolle Materialien auszuwählen.</p> <p>Kriterien für die Plakatgestaltung sind u. a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eine altersgerechte Reduktion der Information, • eine der Sache und der Zielgruppe angepasste Bildauswahl, • eine reflektierte Verwendung von Originaltexten, • ein Filtern von Kernaussagen und Vermeiden einer Überfrachtung mit Details, • ein Einsetzen von „eye-catchern“, • ein anschauliches Verarbeiten von Zahlenmaterial, • eine der Plakatgröße angemessene Schriftgröße und Gestaltung, • ein erkennbares Vermitteln der Gefährdungen durch Rauchen, <p>Die Leistung bewegt sich im AFB II, wenn die Schülerinnen und Schüler durch Bild und Text verdeutlichen, dass sie eine sachrichtige Sprache verwenden, die ein direktes Verwenden von Originaltexten möglichst vermeidet wie das Nutzen von Fachbegriffen und Kenntnissen, die von der angedachten Zielgruppe jüngerer Schülerinnen und Schüler nicht verstanden wird. Dabei werden Textinformationen in Bildinformationen umcodiert und umgekehrt. Die Plakatgestaltung selbst berücksichtigt die Präsentationsform des Plakats (Platz, Größe, Leseaufmerksamkeit...). Die gegebenen Informationen verdeutlichen die Gefährdung durch Rauchen. Mit Blick auf das Alter der Zielgruppe sollten vor allem die drohende Suchtgefahr und die direkten Beeinträchtigungen auf die Lunge, den Kreislauf und die Sauerstoffversorgung des Körpers genannt werden.</p> <p>Der AFB I wird erreicht, wenn sachlich richtige Entscheidungen erkennbar sind, deren Umsetzung wenig Eigenständigkeit erkennen lassen, mehrere sachliche Lücken offenbaren und das Alter der Zielgruppe kaum beachten.</p> <p>Der AFB III wird erreicht, wenn ein höheres Maß an Eigenständigkeit und Kreativität zum Ausdruck kommt. Dieses kann sich äußern durch eine geschickte Kombination von Text und Bild, eigene Zeichnungen, die Gliederung, Originalität und durch erkennbares Lösen von Originalformulierungen verwendeter Quellen.</p>	II	1.2		1	1
		2.4		2	2
				3	
				4	
				6	
				7	
				8	
	I				
	III				

6. Aufgabenbeispiel: Einmischen erwünscht!

Basiskonzept System

Material 1:

Das fiktive Dorf X liegt in einer strukturschwachen Gegend, aber in idyllischer Lage. Hierzu gehören ein See, ein ausgedehntes Waldgebiet und ein Moor. Im Ort gibt es wenige Arbeitsmöglichkeiten außer in einem kleinen Handwerksbetrieb, in einer Bäckerei, in einem Lebensmittelgeschäft und in einer Gastwirtschaft. Es besteht hohe Arbeitslosigkeit, ein Teil der Einwohner sind Pendler zwischen Wohnort und verschiedenen entfernten Arbeitsorten. Ein Investor möchte in unmittelbarer Nähe der Gemeinde eine Ferienanlage mit Campingplatz (für ca. 1000 Personen), einem angrenzenden Golfplatz sowie einer Badeanlage am See errichten. Der Gemeinderat muss nun zur Genehmigung des Bauvorhabens eine Entscheidung treffen. Hierzu soll zunächst eine Bürgerversammlung einberufen werden, bei der die verschiedenen Interessenvertreter ihre Argumente für oder gegen dieses Projekt vorbringen.

Zu den Interessenvertretern gehören der Investor, Umweltschützer, der Bürgermeister mit dem Gemeinderat, eine Bürgerinitiative, die gegen dieses Projekt ist, sowie Bürger, die das Projekt befürworten. Die Entscheidungsfindung des Gemeinderates wird nicht einfach werden, da sie in jedem Fall alle Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung berücksichtigen wollen.

Material 2: Was ist nachhaltige Entwicklung?

Jahrhunderte von unregelmäßiger Abholzung der Wälder führte in Deutschland vor 300 Jahren zu drastischem Holzangel. Deshalb entstand die Idee einer „nachhaltigen“ Entwicklung. Das bedeutete damals, der Wald sollte schonend und vorausschauend bewirtschaftet werden, um auch für spätere Generationen den Holzbedarf sichern zu können.

Diese Idee der nachhaltigen Entwicklung wurde in der Agenda 21, einem weltweiten Aktionsplan für das 21. Jahrhundert, der 1992 in Rio de Janeiro verabschiedet wurde, wieder aufgegriffen, aber inhaltlich erweitert. Nachhaltige Entwicklung vereint die Aspekte Ökologie, Ökonomie und Soziales und bedeutet, die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen mit wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit und sozialer Sicherheit in Einklang zu bringen, damit auch künftige Generationen die Natur als Lebens- und Wirtschaftsgrundlage nutzen können.

Aufgabenstellung:

1. Erläutern Sie die drei Teilaspekte einer nachhaltigen Entwicklung aus heutiger Sicht.
2. Entwickeln Sie zur Vorbereitung eines Rollenspiels geeignete Rollenkarten zu den verschiedenen Interessenvertretern. Nutzen Sie dazu verschiedene Informationsquellen.
3. Führen Sie die Bürgerversammlung als Rollenspiel durch, bei dem die Argumente der verschiedenen Interessenvertreter vorgebracht werden.
4. Treffen Sie auf der Grundlage der vorgetragenen Argumente eine begründete Entscheidung für oder gegen den Bau der Ferienanlage.
Berücksichtigen Sie dabei alle Teilaspekte einer nachhaltigen Entwicklung.
5. Formulieren und begründen Sie unter der Annahme einer Entscheidung für das Freizeitprojekt notwendige Auflagen für den Investor.

Erwartungshorizont:

	Erwartete Schülerleistung	AFB	Standards			
			F	E	K	B
1.	Nachhaltige Entwicklung umfasst drei Teilaspekte: Ökologie : Erhaltung der Lebensgrundlagen bedeutet u.a.: verschiedenste Umweltschutzmaßnahmen, Erhalt des Lebensraumes für die Anwohner, Schonung der Ressourcen Ökonomie : Erhalt der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit bedeutet u.a. Ansiedlung von Betrieben, Schaffung neuer Arbeitsplätze, Verbesserung der Infra- und Verkehrsstruktur Soziales : Soziale Sicherheit bedeutet u.a. Erhalt bzw. Neuschaffung von Arbeitsplätzen; Angleichung der Lebensverhältnisse; Aufbau und Erhalt von sozialen Einrichtungen, Bildungsanstalten, Organisation des Gesundheitswesens; kulturelle Angebote; Bewahrung des Vereinslebens	II	1.8 3.8			
2.	Je nach Interessenvertreter werden verschiedene Pro- und	I II	1.8 3.8		1 4	

	<p>Contra-Argumente zusammengetragen wie z.B. Pro-Argumente: Beschaffung von Arbeitsplätzen; Verringerung der Pendlerquote, Entwicklung und Verbesserung der Infrastruktur; Gewerbesteuern für die Gemeinde; Verbesserung der Lebensqualität für Dorfbewohner; mehr Freizeitangebote; Schaffung von kulturellen Angeboten; Contra-Argumente: Gefährdung eines Biotops (Brutgebiete, Moor); Artenschutz; Abwasserbelastung; erhöhte Verkehrsbelastung, Abgase, Lärm, Müll, Energieverbrauch, Bodenversiegelung, Störung der dörflichen Idylle, negativer Einfluss auf Jugendliche, Veränderung des Wertesystems, Veränderung der Sozialstruktur in der Gemeinde.</p>				5 7	
3.	Durchführung des Rollenspiels nach den erstellten Rollenkarten.	II			1	
4.	Der Ablauf des Rollenspiels und die Art der dabei vorgetragenen Argumente werden wesentlichen Einfluss auf die Entscheidungsfindung der Bürgerversammlung haben. Die Überprüfung mit den Teilaspekten der nachhaltigen Entwicklung kann nicht zu einem eindeutigen Ja oder Nein führen. Die Entscheidung wird also ein Abwägen und eine Gewichtung dieser Teilaspekte und der damit verbundenen Werte sein. Jede Pro- oder Contra-Entscheidung wird zwangsläufig immer mit entsprechenden Auflagen verbunden sein müssen.	II	1.8 3.8		1 7	1 2 5 7
5.	Mögliche Auflagen: Mülltrennung auf dem Campingplatz; Sparwasserduschen; bei Energieversorgung müssen regenerative Energiemöglichkeiten miteinbezogen werden; begrenzter Badebereich, Klären des Wassers durch Binsen- und Schilfzonen; kein Golfplatz; Parkplätze ohne Bodenversiegelung; Lärmverordnung; Arbeitsverträge nur mit ansässigen Bürgern; kein zu großer Supermarkt und Gastbetrieb auf dem Feriengelände, um im Dorf weitere Ansiedlung möglicher Einzelhandelsbetriebe zu ermöglichen.	II	1.8 3.8		1 7	1 2 5 7

7. Aufgabenbeispiel: Gast aus dem Regenwald

Basiskonzept Struktur und Funktion



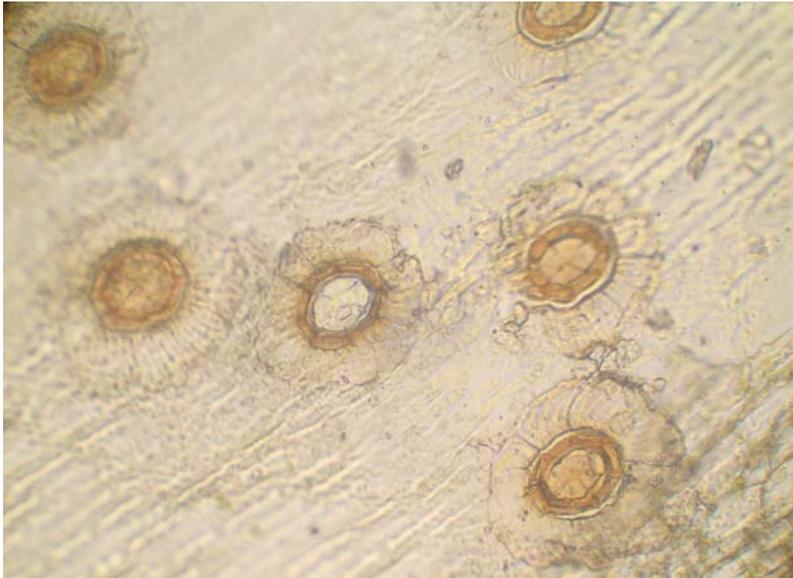
Zimmerpflanzen sind vielfach Gäste aus tropischen und subtropischen Regionen dieser Welt. Die Pflanze, um die es in dieser Aufgabe geht, ist eine Bromelie. Das Exemplar in der Abbildung heißt *Vriesea ensiformis*. Eine ähnliche Pflanze steht zur Beobachtung bereit.

Material 1: Die Bromelie ist im tropischen Regenwald beheimatet und gehört zu den so genannten Ananasgewächsen. Im Lexikon findet sich folgende Information: „Ananasgewächse gehören zu den Aufsitzerpflanzen. Diese wachsen in Astgabeln von Bäumen und werden von Haftwurzeln gehalten. Während der heftigen täglichen Regenschauer im Regenwald sammeln Aufsitzerpflanzen Wasser am Blattgrund. Dieses Sammelwasser, in das auch Blätter fallen und weiteres biotisches Material durch Tiere eingetragen wird, stellt einen „Blatttümpel“ dar. Hierin finden Kleinstlebewesen wie Algen, Bakterien, Würmer, Schnecken und sogar winzige Baumsteigerfrösche Lebensraum und Nahrung.“

Material 2: Als Zimmerpflanze ist die Bromelie ein Exot auf der Fensterbank, wie die Pflegehinweise auf dem Kärtchen, das neben der Pflanze steckt, verdeutlichen.

A	N P K	Düngen nicht erforderlich
B	💧	Topferde feucht halten, zwischen den Blättern muss immer Wasser stehen
C	☀️	Kein direktes Sonnenlicht

Material 3: Die Wasserzufuhr für die Bromelie passt nicht ganz in das vertraute Bild einer Pflanze. Deshalb haben sich Biologen mit dem anatomischen Feinbau der Blätter beschäftigt. Was man mit dem Mikroskop sieht, veranschaulicht Material 4 (nächste Seite). Darin zeigt die Abb. 1 die Aufsicht einer Blattoberfläche, die Abb. 2 den Blattquerschnitt. Die Vergrößerungen sind dabei ungleich. Die Abb. 3 erläutert den Blattquerschnitt zusätzlich.



Material 4:

Abb. 1:
Blattoberfläche von
Vrisea ensiformis in der
mikroskopischen
Betrachtung.²

Abb. 2 a, b:
Blattquerschnitte bei
mikroskopischer Betrachtung

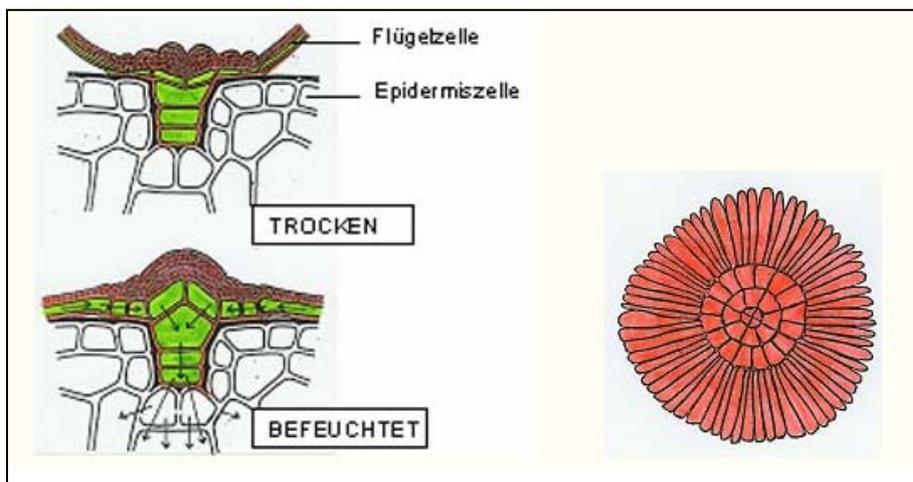
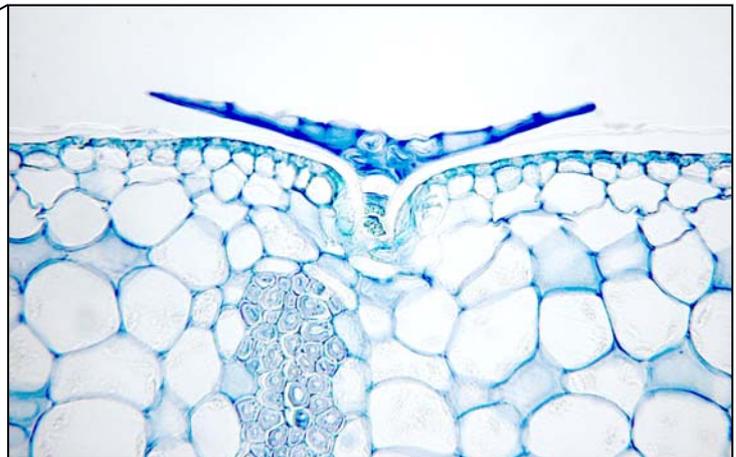
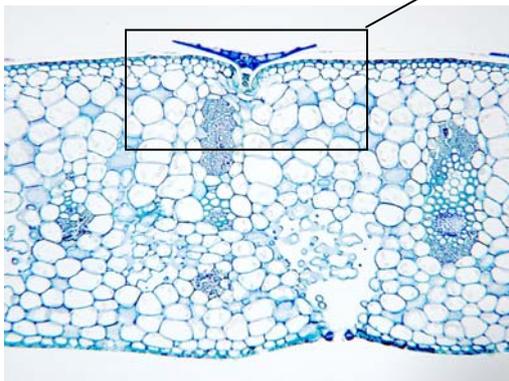


Abb. 3:
Zeichnungen nach
verschiedenen
mikroskopischen
Bildern angefertigt

² „Positiv-Abzug mit Nagellack“: Der Abzug wurde durch Auftragen von klarem Nagellack auf die Blattoberseite erhalten. Der getrocknete Nagellackfilm wurde anschließend von der Blattfläche abgezogen und bei 120facher Vergrößerung mikroskopiert.

Aufgabenstellung:

- 1.1 Beschreiben Sie das Aussehen der Bromelienblätter.
- 1.2 Gießen Sie Wasser auf die Blattspreiten. Beschreiben Sie Ihre Beobachtungen beim Gießen.
- 1.3 Stellen Sie eine Hypothese zur Wasseraufnahme bei einer Bromelie auf, die sich aus den von Ihnen beschriebenen Blatteigenschaften, Ihren Beobachtungen beim Gießen und dem Material 1 ergeben.
2. Vergleichen Sie die Pflegehinweise A bis C (Material 2) für die Zimmerpflanze mit den Informationen aus Material 1 für die Bromelie am natürlichen Wuchsort und ermitteln Sie, ob die Pflegehinweise sinnvoll sind.
3. Überprüfen Sie mit Hilfe der Informationen aus den Materialien 1 und 3 sowie der gebotenen Gewebestrukturen durch die Abbildungen 1 – 3 (Material 4) Ihre eigene Hypothese aus der Aufgabe 1.3.

Erwartungshorizont:

Erwartete Schülerleistung		AFB	Standards			
			F	E	K	B
1.1	festes dickes Blatt, glänzende glatte Blattoberseite und – unterseite, rinnenförmige Wölbung der länglichen (lanzettlichen) Blätter, dichtes (rosettenartiges) Aneinanderschließen der Blätter an der Blätterbasis.	I		2		
1.2	Wasser perlt in der Blattrinne/Blattspreite zur Basis, Wasser staut sich in einem bzw. mehreren Tümpeln / Trichtern, versickert nicht.	I		2		
1.3	Pflanze saugt das Stauwasser mit den Blättern und nicht mit den Wurzeln.	II		7		
2	<ul style="list-style-type: none"> • A ist sinnvolle Angabe vor dem Hintergrund, dass keine Saugwurzeln existieren, die normalerweise neben der Wasser- auch die Mineralsalzaufnahme gewährleisten. • A* Es wäre eine besondere Leistung, diese Angabe zu bezweifeln, weil sich durch die Information über die Blättümpeln andeutet, dass am originären Lebensort eine Stoffzersetzung abläuft, von der möglicherweise die Bromelie profitiert. Dies ist nicht möglich am Standort einer Fensterbank. • B ist sinnvolle Angabe, weil die Bromelie das Wasser der täglichen Regenschauer sammelt • C ist sinnvolle Angabe, weil die Bromelie als Aufsitzpflanze durch die Baumkronen beschattet wird. 	II für A, B, C III für A*	1.2 1.4 1.6 2.4			

Erwartete Schülerleistung		AFB	Standards			
			F	E	K	B
3	Die Aufsicht zeigt tellerartige Strukturen mit einer Vertiefung in der Mitte. Die mikroskopischen Abbildungen 2 a und b zeigen eine trichterförmige Struktur im Querschnitt, die von der Blattoberfläche in das Innere des Blattes führt. Die Strukturen verändern sich bei Trockenheit bzw. Feuchtigkeit. Die in den Abbildungen gebotenen Strukturen könnten als „Trichter-“ oder „Kanalzellen“ umschrieben werden, die dem Blattinneren vermutlich Wasser zuleiten, wie aus den Zeichnungen entnommen werden kann. Begriff „Saugschuppe“ nur bei Vorkenntnissen zu erwarten.	II	2.5 2.4 2.6	7	2	
	Hypothese erscheint wahrscheinlich durch das Auffinden spezieller Gewebestrukturen, die sich eignen könnten, um Wasser zu saugen.	II				
	Hypothese erscheint wahrscheinlich wegen des Wuchsortes und der Art der Wasserversorgung am natürlichen Standort.	III				

8. Aufgabenbeispiel: Die vergessene Kartoffel

Basiskonzept Struktur und Funktion

Sie entdecken in einer Kellerecke eine fort gerollte Kartoffel, die dort schon länger zu liegen scheint. Die Kartoffel sieht inzwischen merkwürdig aus, aber auch interessant (Material A). Sie nehmen die Kartoffel mit in die Wohnung und lagern sie vorerst in der Küche, in einer Ecke der Fensterbank, um sie später den anderen Familienmitgliedern zu zeigen. Sie vergessen die Kartoffel vorübergehend. Nach ein paar Tagen fällt Ihr Blick zufällig auf die Kartoffel – und Sie staunen ein zweites Mal! Die Kartoffel hat sich inzwischen nochmals verändert (Material B).

Aufgabenstellung:

1. Beschreiben Sie das Aussehen der Kartoffel im Zustand A und B.
2. Die Veränderungen der Kartoffeln werfen unwillkürlich Fragen auf. Welche der nachstehenden Fragen sind aus Ihrer Sicht biologisch sinnvolle Fragen. Sie können bei (8) auch selbst eine Frage formulieren.
 - (1) Sind die Triebe der Kartoffel Wurzeln?
 - (2) Sind die Triebe der Kartoffel Stängel?
 - (3) Ist die Kartoffelknolle tot oder lebendig?
 - (4) Enthält die Kartoffel einen „Embryo“ wie ein Samen?
 - (5) Welche Faktoren veranlassen die Kartoffel, Triebe auszubilden?
 - (6) Können im Keller Kartoffelpflanzen wachsen und neue Kartoffeln geerntet werden?
 - (7) Welchen energiereichen Stoff enthält die Kartoffelknolle, die ihr ermöglicht, Triebe zu bilden?
 - (8) _____
3. Wählen Sie aus den von Ihnen angekreuzten Fragen eine aus und formulieren Sie eine dazu passende Hypothese. Sie können auch die selbst formulierte Frage (8) wählen.
4. Planen Sie zur Überprüfung der von Ihnen aufgestellten Hypothese ein Experiment. Erläutern Sie Ihre Vorgehensweise.
5. Führen Sie das Experiment durch und beschreiben Sie Ihre Beobachtungen.
6. Nehmen Sie Stellung zu Ihren Versuchsbeobachtungen und prüfen Sie Ihre aufgestellte Hypothese.



Material A



Material B



Erwartungshorizont:

Erwartete Schülerleistung		AFB	Standards			
			F	E	K	B
1	<p>A: braune Knolle, weiße, verschieden lange Triebe, Trieb an der Basis verdickt und von warzigem Aussehen, Triebe mit feinen weißen Haaren, Triebe krumm und in verschiedenen Richtungen orientiert,</p> <p>B: braune Knolle, grüne Triebe, Triebe mit feinen weißen Haaren, Triebe nicht/kaum gewachsen gegenüber Zeitpunkt A, etwas schrumpeliger als zum Zeitpunkt A</p>	I		2	2	
2	<p>Sinnvoll sind die Fragen 1, 2, 4, 5 sowie 7 und ggf. 8. Die dritte Frage erscheint wenig sinnvoll, weil die Kartoffelknolle durch die wachsenden Triebe eindeutig ein Kennzeichen des Lebendigen demonstriert. Die 6. Frage ist wenig sinnig, weil Pflanzen nur durch Fotosynthese langfristig wachsen und neue Speicherorgane bilden können, wie auch die Abb. B schon andeutet. Bekannte Knollenbildung durch Restlicht in Kellern ist als kurios zu werten, nicht als ernsthafte Ernte. Über die offen gehaltene Frage 8 wäre je nach Qualität zu entscheiden.</p>	I-II	1.2 2.4 3.2 3.3	7		
3	<p>Die Güte einer aufgestellten Hypothese ist einerseits an der gewählten Ausgangsfrage zu messen, andererseits an einer sachlich korrekten und klaren Formulierung.</p> <p>Im Falle der Frage 5 könnte eine mögliche Hypothese lauten: „Die Kartoffel bildet Triebe aus, weil die Temperatur ein auslösender Faktor ist.“</p>	II		7		

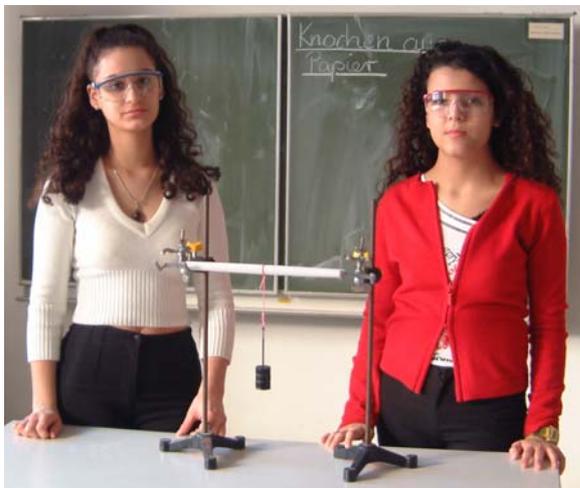
Erwartete Schülerleistung		AFB	Standards			
			F	E	K	B
4	<p>Das zu planende Experiment ist in der Konzeption zu bewerten an der zuvor aufgestellten Hypothese, zudem an der sachlichen und methodischen Schlüssigkeit.</p> <p>Im Falle des gewählten Beispiels (siehe 3) könnte ein Experiment so angelegt sein, dass noch nicht keimende Kartoffeln trocken und lichtlos bei verschiedenen Temperaturen gelagert werden. Licht, Wasser, Erde als ebenfalls mögliche auslösende Faktoren müssen ausgeschlossen sein, z. B. durch Lagern der Kartoffeln in einem stets dunklen Karton. Die Temperatur in den Kartons wird täglich zum ungefähren gleichen Zeitpunkt über einen längeren Zeitraum gemessen. Sinnvoll ist das exemplarische Messen der Temperatur über einen Tag. Das Beobachten der Kartoffeln geschieht täglich an einem möglichst dunklen Ort. Veränderungen des Aussehens werden protokolliert. Messungen (Kartoffelgewicht, Trieblänge..) sind denkbar. Auch das Fehlen von Veränderungen wird protokolliert.</p>	II	1.4	6 8	2 3	
5	Das durchgeführte Experiment ist zu bewerten an der Gründlichkeit der Beobachtungen, an der Sorgfalt des Protokollierens, am Fehlen von Interpretationen.					
6	<p>Die Interpretation der Beobachtungen werden bewertet an der sachlichen und methodischen Schlüssigkeit ihrer Darlegung, am Erkennen möglicher Fehlerquellen, am Abschätzen des Fehlerwertes und der Fehlerbedeutung und an der Rückbeziehung auf die Arbeitshypothese. Die Aufgabe ist auch dann vollständig und sinnvoll gelöst, wenn Fehler das Ergebnis beeinträchtigen und diese Beeinträchtigung erkannt wird.</p> <p>Im Falle des gewählten Beispiels könnten folgende methodische Fehler auftreten und erkannt werden:</p> <p>Unterschiedliche Qualität der Kartoffeln zu Versuchsbeginn, wenig konstante Temperaturbedingungen an wärmeren Standorten der Kartons, Restlicht als „Störfaktor“ beim täglichen Protokollieren...</p> <p>Beim Rückbezug auf die Arbeitshypothese könnte je nach Ergebnis argumentiert werden, dass das Licht vermutlich ein mit entscheidender Faktor ist.</p>	II-III		8	5 7	

9. Aufgabenbeispiel: Knochen aus Papier

Basiskonzept Struktur und Funktion

Jenny liegt im Krankenhaus. Ihr Pferd schlug aus, traf das rechte Schienbein, nun ist das Bein gebrochen. Jennys Freundinnen Johanna und Sophie tragen die Frage, wie stabil ein Knochen eigentlich ist, in den Biologieunterricht. Sie untersuchen den aufgesägten Röhrenknochen eines Tieres aus der Biologiesammlung und stellen fest, dass er innen hohl ist (Bild 1). Bei Nachschlagen im Biologiebuch finden sie die Bezeichnung Röhrenknochen, aber auch die Information, dass im lebenden Knochen der „Hohlraum“ erfüllt ist vom Knochenmark.

Die beiden Mädchen wissen vom Zusammenhang zwischen der Masse eines Lebewesens und der Stärke seiner Knochen. Massive Knochen vergrößern die Stabilität, erhöhen allerdings auch die Masse. Eine große Masse belastet den Körper bei der Bewegung und erhöht den Energiebedarf. So hat sich in der stammesgeschichtlichen Entwicklung der Wirbeltiere der Röhrenknochen offenbar als optimaler Kompromiss entwickelt.



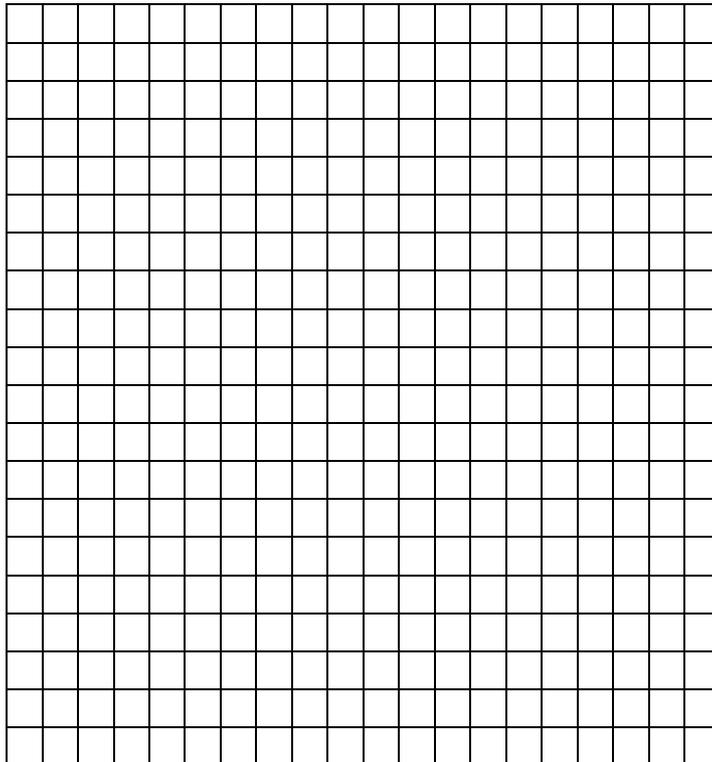
Johanna meint, dass die Knochen mit zunehmendem Durchmesser stabiler werden. Mit einem Modellexperiment wollen sie diese Hypothese prüfen. Ihr Knochenmodell besteht aus einer Papier-röhre von 25 cm Länge. Sie verwenden Papier gleicher Papierqualität und verändern jeweils den Durchmesser der Papierröhre. Die Röhren werden waagrecht mit Stativmaterial befestigt (Bild 2). Die Stabilität der „Papierknochen“ messen die Mädchen, indem sie jede Röhre mit einer unterschiedlichen Anzahl von 50-g-Gewichten belasten, bis die Röhre in der Mitte einknickt. Diese Werte tragen sie in die Tabelle ein. Das Ergebnis stellt die nachfolgende Tabelle dar.

zahl von 50-g-Gewichten belasten, bis die Röhre in der Mitte einknickt. Diese Werte tragen sie in die Tabelle ein. Das Ergebnis stellt die nachfolgende Tabelle dar.

Durchmesser (mm) der Papierröhre	Masse (g), bei der der Modellknochen einknickt
5	100
10	150
15	200
20	200
25	150
30	100
35	50

Aufgabenstellung:

1. Stellen Sie die Werte der Tabelle in einer geeigneten Form grafisch dar.



2. Ermitteln Sie, welche Tabellenwerte Johannas Hypothese stützen und welche nicht.
3. Johanna wundert sich, dass sie bei 15 als auch bei 20 mm Durchmesser der Modellknochen identische Werte erhalten hat.
Beschreiben Sie Wege, wie Sie den genauen Messpunkt für den Durchmesser, bei dem die Stabilität der Papierröhre abnimmt, ermitteln könnten.
4. Sophie ist zum einen fasziniert von den Messergebnissen ihres Modellversuches, zum andern hegt sie Zweifel, ob der gewählte Versuchsaufbau die Stabilität von Röhrenknochen hinreichend gut erklärt. Sie denkt über Versuchsvarianten nach.
Beschreiben und begründen Sie sinnvolle Versuchsvarianten!

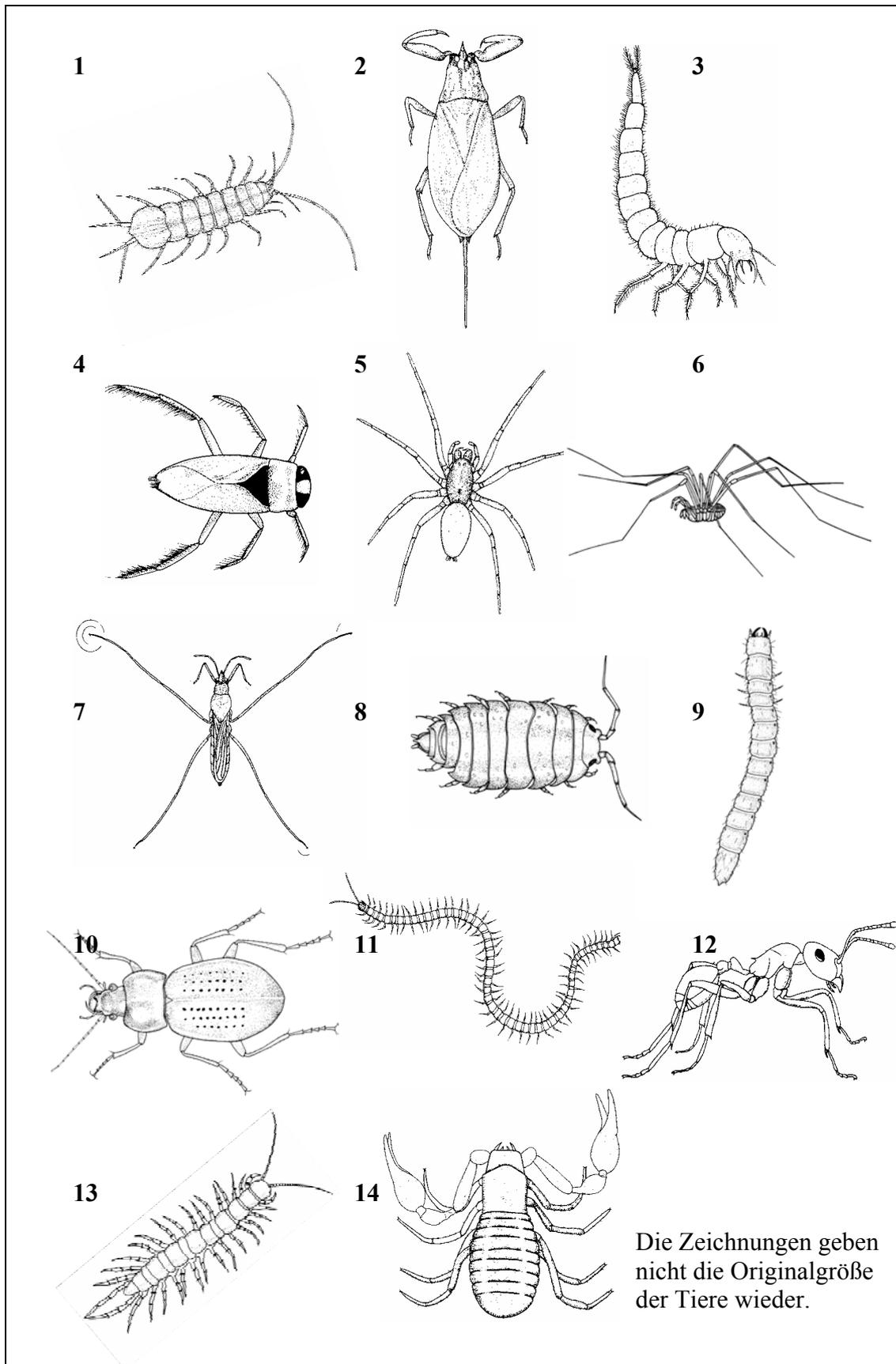
Erwartungshorizont:

Erwartete Schülerleistung		AFB	Standards																			
			F	E	K	B																
1.	<p style="text-align: center;">Stabilität von Knochenmodellen</p> <table border="1" style="display: none;"> <caption>Data for 'Stabilität von Knochenmodellen'</caption> <thead> <tr> <th>Durchmesser in mm</th> <th>Masse bei der die Modelle einknicken</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>100</td></tr> <tr><td>10</td><td>150</td></tr> <tr><td>15</td><td>200</td></tr> <tr><td>20</td><td>200</td></tr> <tr><td>25</td><td>150</td></tr> <tr><td>30</td><td>100</td></tr> <tr><td>35</td><td>50</td></tr> </tbody> </table>	Durchmesser in mm	Masse bei der die Modelle einknicken	5	100	10	150	15	200	20	200	25	150	30	100	35	50	I-II		13	2	
Durchmesser in mm	Masse bei der die Modelle einknicken																					
5	100																					
10	150																					
15	200																					
20	200																					
25	150																					
30	100																					
35	50																					
2.	Johannas Hypothese bestätigt sich bei Durchmessern bis zu mindestens 15 mm. Größere Durchmesser (ab 20 mm) vermindern die Stabilität.	II		6																		
3.	<p>Drei Möglichkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Messung mit weiteren Papierröhren, -Grafische Ermittlung über den Schnittpunkt nach Einzeichnen von Geraden entlang der Messpunkte, -mathematische Ermittlung über die Tabellenwerte. <p>Es existiert ein optimaler Durchmesser für die Stabilität der Modellknochen. Dieser Wert liegt bei den gewählten Versuchsbedingungen bei 17,5 mm.</p>	II		7																		
4.	<ul style="list-style-type: none"> • Variation der Papierdicke (Knochenwandstärke), • Variation der Röhrenlänge (Länge des Röhrenbereichs), • Füllen des Papierrohres mit leichtem Material (Knochenmark), • Verstrebungen innerhalb der Röhre am Ort der Belastung (Balkchengerüst), • Wechseln der Materialeigenschaften durch anderes Material (Knochensubstanz) <p>und andere sinnvoll begründete Varianten.</p>	II III	2.4	13 6																		

10. Aufgabenbeispiel: Gegliederte Vielfalt

Basiskonzept Struktur und Funktion

Material 1:



Material 2:

Das Foto stellt das Tier mit der Nummer 7 in Material 1 dar.

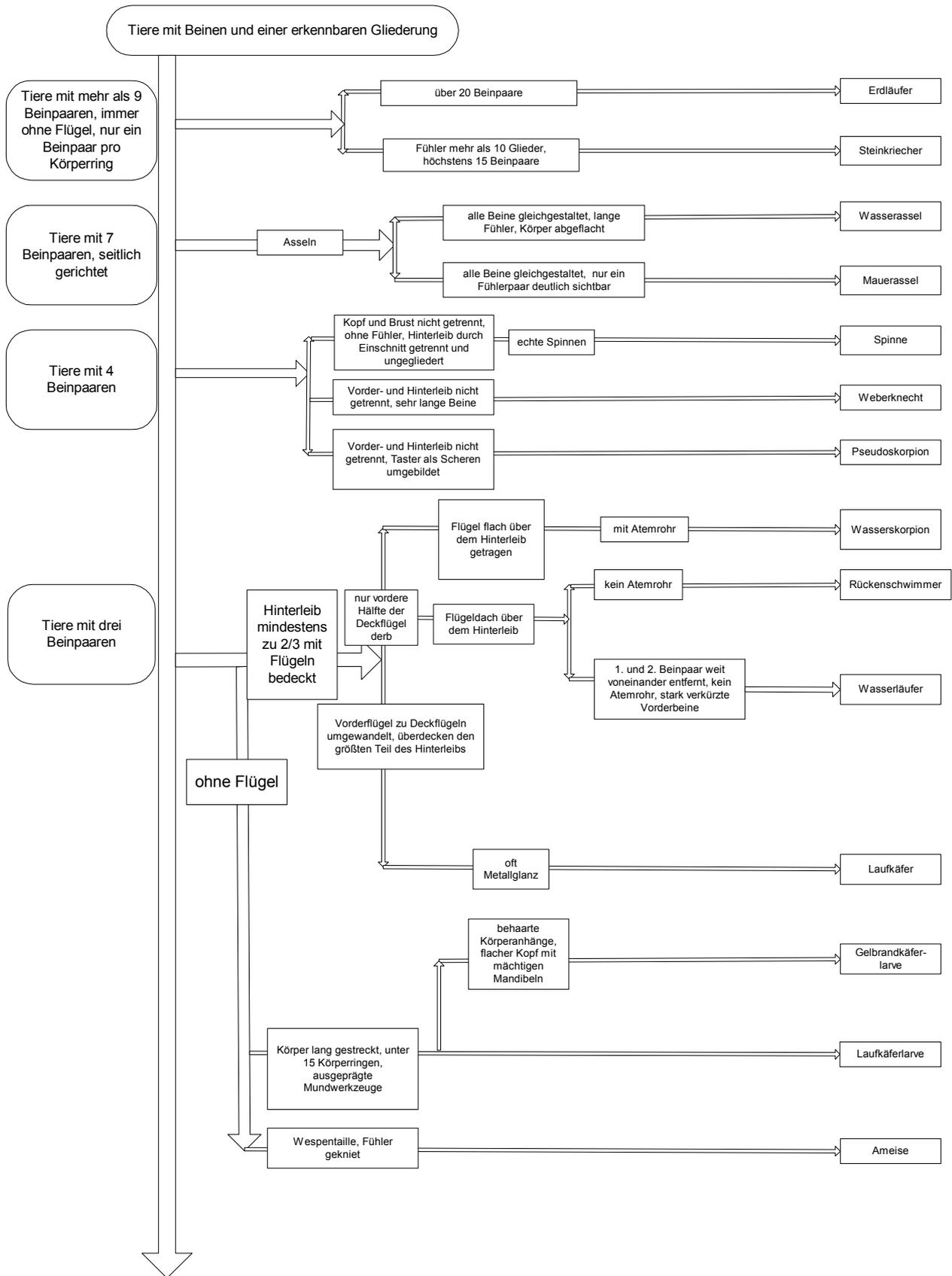
**Aufgabenstellung:**

1. Ordnen Sie die Tiere in Material 1 anhand ihres Körperbaus und begründen Sie Ihre Zuordnung anhand der von Ihnen gewählten Ordnungskriterien.
2. Betrachten Sie das in Material 2 abgebildete Tier und entscheiden Sie, inwiefern es durch bestimmte Körperstrukturen an ein Leben im „freien Wasser“ angepasst ist, und kreuzen Sie richtige Aussagen an.
 - a) Die geringe Körpermasse des Tieres verhindert grundsätzlich ein Einsinken in das Wasser.
 - b) Die Körpermasse des Tieres verteilt sich über vier Beine, sodass das Tier nicht einsinken kann.
 - c) Besonders lange, abgespreizte Beine verteilen das Körpergewicht auf einer größeren Oberfläche, sodass die Wirkung des Körpergewichts ausgeglichen wird.
 - d) Die Flügel unterstützen die Laufbewegung auf dem Wasser, sodass das Tier über dem Wasser schwebt und die Beine die Wasseroberfläche nur wenig berühren.
3. Entwickeln Sie auf der Grundlage gemeinsamer und unterschiedlicher Merkmale einen Bestimmungsschlüssel, bei dem Ja/Nein-Entscheidungen zur Identifizierung eines einzelnen Tieres führen.
4. Bestimmen Sie die Namen drei oben abgebildeter Tiere mit Hilfe des gegebenen Bestimmungsschlüssels (siehe Anlage).
5. Vergleichen Sie die Logik Ihres eigenen Bestimmungsschlüssels mit der des vorgegebenen Schlüssels und erörtern Sie deren jeweilige Tauglichkeit.

Erwartungshorizont:

Erwartete Schülerleistung		AFB	Standards			
			F	E	K	B
1	Entwickeln von Ordnungskriterien Mögliche Einordnung der Tiere nach: Beinanzahl; Körpergliederung; Fühler; Flügelbesitz; Körperzeichnung;	II		2		
2	Richtig ist die Antwort c.	II	2.6			
3	Aufstellen eines eigenen Bestimmungsschlüssels mit „Ja-Nein“-Verzweigungen. Der AFB III liegt vor, wenn ein schlüssiger Schlüssel nach eigenen Kriterien erstellt wird. Es sollte ein Großteil Tiere logisch erfasst werden. Der AFB II liegt vor, wenn ein Schlüssel erstellt wird, der logische Elemente enthält. Es sind weniger Tiere erfasst.	III II	2.3	3	9	
4	Bestimmung von drei Tieren mit Hilfe des gegebenen Bestimmungsschlüssels.	II		4		
5	Vergleichen der eigenen Vorgehensweise mit dem auf Verwandtschaftsmerkmalen aufbauenden dichotomen Bestimmungsschlüssel; Herausarbeiten der Gemeinsamkeiten und Unterschiede beider Schlüssel und Überprüfung von deren Tauglichkeit.	III		8		

Anlage zum 10. Aufgabenbeispiel: Bestimmungsschlüssel für Gliedertiere



11. Aufgabenbeispiel: Lesen mit dem Finger

Basiskonzept Struktur und Funktion

Bei Blinden ersetzt der Tastsinn den fehlenden Sehsinn. So lesen Blinde mit dem Finger, indem sie im Papier oder anderen Oberflächen erhabene Punkte ertasten. Das Alphabet wird durch eine Punktombination aus 6 Punkten gebildet.

Worauf die Lesetauglichkeit des Fingers beruht, dokumentieren die in den Materialien 2 und 3 dargestellten Experimente.

Material 1:

Abb.1 a: BRAILLE-Schrift

Abb. 1 b: Blindenschrift im Aufzug

1. Buchstabengruppe der Braille-Schrift

•	• •	• • •	• • • •	• • • • •	• • • • • •	• • • • • • •	• • • • • • • •	• • • • • • • • •	• • • • • • • • • •
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J

2. Buchstabengruppe

• •	• • •	• • • •	• • • • •	• • • • • •	• • • • • • •	• • • • • • • •	• • • • • • • • •	• • • • • • • • • •	• • • • • • • • • • •
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T

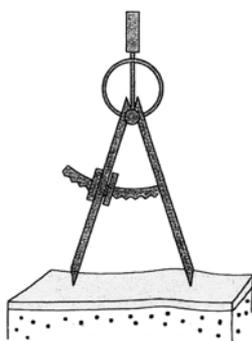
3. Buchstabengruppe

• • •	• • • •	• • • • •	• • • • • •	
U	V	X	Y	Z

1	• • • 4
2	• • • 5
3	• • • 6
Punktbenennung	

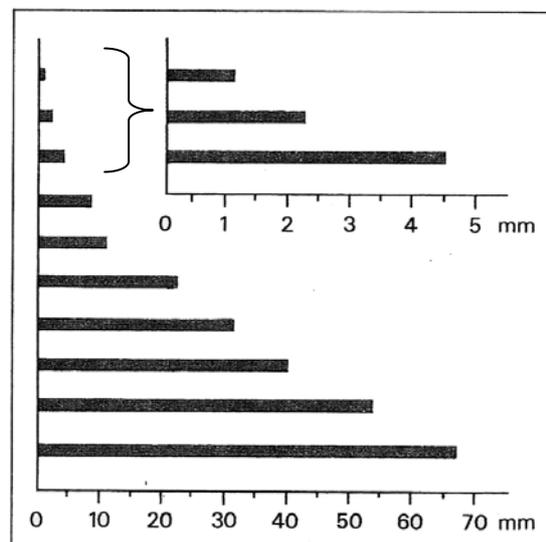


Material 2: Tastsinn in der Haut



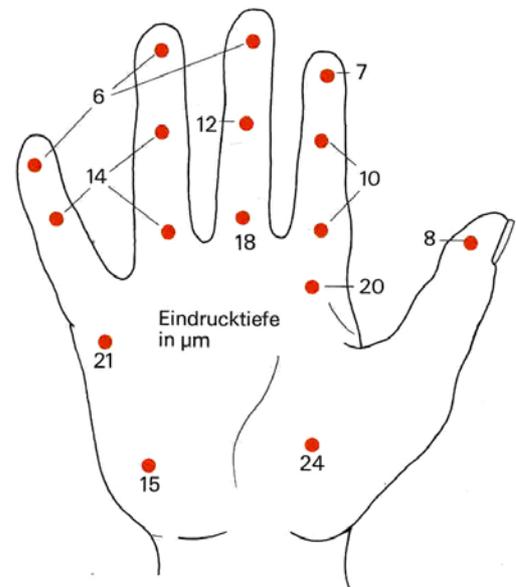
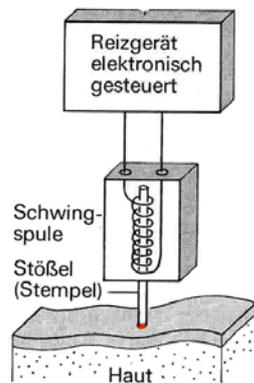
Messmethode: Wird der Abstand der beiden Spitzen des Zirkels geringer als hier angegeben auf einen Hautbereich gesetzt, hat eine Versuchsperson bei geschlossenen Augen den Eindruck, als würde sie von nur einer Spitze berührt.

- Zungenspitze
- Zeigefinger-
spitze
- Lippenrot
- Zungenrand
- Handballen
- Stirn
- Handrücken
- Fußrücken
- Nacken
- Rücken



Material 3: **Empfindlichkeit** **des Tastsinns** **im Handbereich**

Hinweis: An der Innenfläche der Hand wird der Stößel des Reizgerätes nur dann wahrgenommen, wenn er in einer bestimmten Tiefe in die Haut eindrückt. Bei den Zahlenangaben handelt es sich um Tausendstel Millimeter.



Aufgabenstellung:

- 1.1 Ermitteln Sie, welche der sechs Punkte zur Bildung der Buchstaben A bis J der Braille-Schrift (Material 1, Abb. 1a) kombiniert werden. Zeichnen Sie drei weitere Punkt-kombinationen, die bei der Gestaltung dieser 1. Buchstabengruppe der Blindenschrift nicht berücksichtigt wurden.
- 1.2 Ermitteln Sie ebenso das Gestaltungsprinzip für die Buchstabenreihe K bis T (2. Gruppe) und U – Y (3. Gruppe) durch Vergleichen mit den Buchstaben der 1. Gruppe. Zeichnen Sie wieder je drei Punkt-kombinationen, die bei der Gestaltung der 1. und 2. Buchstabengruppe nicht berücksichtigt wurden.
- 1.3 Ergänzen Sie die Punkte für den Buchstaben Z.
- 1.4 Analysieren Sie das Gestaltungsprinzip der Zahlen (Material 1, Abb. 1b).
2. Ermitteln Sie die Fragestellungen, die den Versuchsanordnungen in Material 2 und 3 zugrunde liegen, und nennen Sie die jeweiligen Ergebnisse.
3. Erläutern Sie umfassend, warum sich insbesondere die Fingerspitzen zum Lesen eignen.

Erwartungshorizont:

Erwartete Schülerleistung		AFB	Standards			
			F	E	K	B
1.1	1. Buchstabengruppe: Die Zeichen für die Buchstaben werden durch die Punkte 1, 2, 4 und 5 konstruiert. (Andere Formulierungen möglich.) Ergänzungen: z. B. nur Punkt 5; Punkt 4 und 5; 2 und 5. Auch zeichnerische Darstellung möglich.	II		3 7	9	
1.2	2. Buchstabengruppe: Den Zeichen der 1. Gruppe ist jeweils Punkt 3 zugefügt. Ergänzungen: 5,3; 4,5,3; 2,5,3 ... 3. Buchstabengruppe: Den Zeichen der 1 Gruppe sind jeweils die Punkte 3 und 6 zugefügt. Ergänzungen: 5,3,6; 4,5,3,6; 2,5,3,6 ...					
1.3	<ul style="list-style-type: none"> • • Jede Ziffer wird durch die Punkte 3, 4, 5 und 6 codiert, • • der Zahlenwert (1, 2, 3, 4...) nutzt dann die Punktkombinationen der ersten Buchstaben des Alphabets 					
1.4	in aufsteigender Folge.					
2	<p>In der in Material 2 dargestellten Versuchsanordnung wird der Frage nachgegangen, wie groß das räumliche Auflösungsvermögen einer Hautpartie ist, zwei gleichzeitig gegebene Druckreize (Reize für den Tastsinn) getrennt wahrzunehmen. Das Auflösungsvermögen der Haut im Rücken- und Nackenbereich ist mit 5 bis 7 cm sehr gering und mit 1 bis 2,3 mm in der Zungenspitze und den Fingerspitzen am höchsten.</p> <p>In der in Material 3 dargestellten Versuchsanordnung wird der Frage nachgegangen, wie stark ein Druckreiz (Reiz für den Tastsinn) ausgeübt sein muss, um wahrgenommen zu werden. Der Untersuchungsbereich beschränkt sich auf die Handinnenfläche. Die Sensibilität der druckempfindlichen Sinneszellen ist mit 7 bzw. 6 μm Eindringtiefe im Fingerspitzenbereich am größten und nimmt zur Handinnenfläche deutlich ab.</p> <p>Alle Aussagen in sachgerechter Schülersprache ohne Kenntnis von Mechanorezeptoren.</p>	II	2.4	7		
3	Der Abstand zwischen zwei Druckpunkten ist in der Zungenspitze mit 1 mm geringer als in der Fingerspitze. Theoretisch müsste das Lesen mit der Zunge am besten gelingen. Die hohe Beweglichkeit der Finger, die große Dichte der Tastsinneszellen in der Fingerspitze, die hohe Sensibilität für Druck im Fingerspitzenbereich und die Unabhängigkeit von hygienischen Überlegungen bedingen die besonders gut nutzbare Tauglichkeit der Fingerspitzen als Ersatzsinnesorgan für das Lesen.	III	1.2 2.3	6		2

12. Aufgabenbeispiel: Wenn das Auge älter wird ...

Basiskonzept Struktur und Funktion

Was wäre, wenn es um uns herum ständig dunkel wäre und wir nichts mehr sehen könnten? Eine schreckliche Vorstellung! In der Tat ist der Sehsinn der Leitsinn für den Menschen. Das Sehen erachten wir als selbstverständlich, in Wirklichkeit ist das Sehen die Leistung eines kompliziert gebauten Sinnesorganes und des Gehirns. Im Alter nimmt die Sehleistung ab.

Material 1: Aufbau des Auges

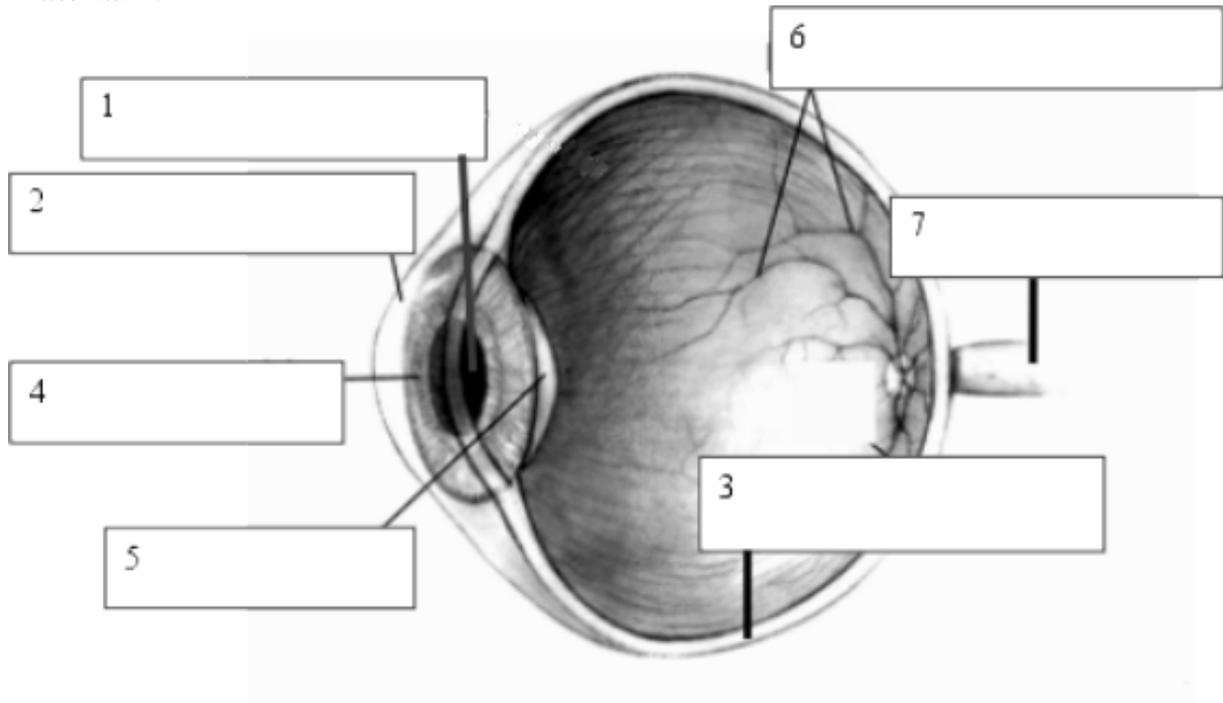
In der Schutz gebenden knöchernen Augenhöhle liegt der empfindliche „Augapfel“. Ihn umkleidet außen die stabile Lederhaut, die im lichtzugänglichen Bereich des Auges lichtdurchlässig ist und den Namen Hornhaut trägt. Unter der Lederhaut liegt die Aderhaut. Sie ist von feinsten Blutgefäßen, den Kapillaren durchzogen, die dem Auge Sauerstoff und Nährstoffe zuführen bzw. Kohlenstoffdioxid und andere Stoffwechselprodukte abtransportieren. Form gebend für den Augapfel ist der das Innere ausfüllende Glaskörper. Er enthält eine klare Flüssigkeit.

In der Alltagssprache meinen wir mit „Augen“ zumeist nur den sichtbaren Teil des Gesamt- auges, der mit dem Augenlid verschlossen werden kann. Das Augenlid befeuchtet und reinigt ständig durch den Lidschlag die Hornhaut mit Hilfe von Tränenflüssigkeit. Die unter der Hornhaut sichtbare „Regenbogenhaut“ ist bei jedem Menschen anders gefärbt. Sie ist die farbige äußerste Zellschicht des Irismuskels, der das schwarz aussehende Pupillenloch weitet oder verengt. Durch die Pupille fällt nach Durchdringen der klaren Hornhaut Licht in das Augennere. Die veränderliche Pupillenweite ermöglicht ein Regulieren der Lichtmenge im Augenneren.

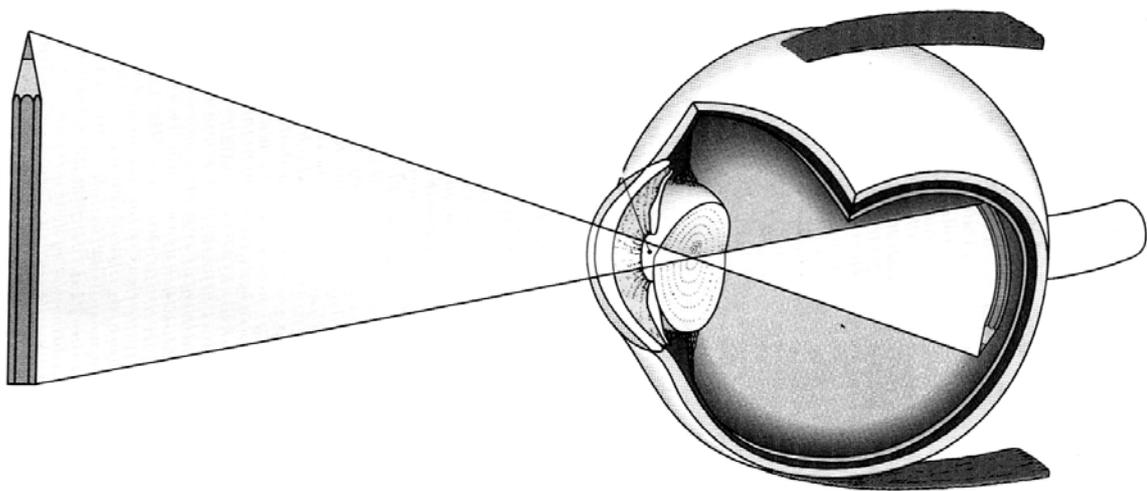
Hinter der Pupille liegt die Linse. Ein Muskel, der Ziliarmuskel, verändert die Form der Linse. Er rundet sie beim Nah-Sehen und flacht sie ab beim Fern-Sehen. Dieser Vorgang heißt Akkomodation. Lichtbrechung erfolgt immer dann, wenn das Licht in einen Augenbereich gelangt, der eine andere optische Dichte aufweist als der Bereich zuvor. So kommt es zur Lichtbrechung in der Hornhaut, im dahinter liegenden Wasser der Vorkammer, der Linse und im Glaskörper.

Das Licht passiert zunächst also die Hornhaut, das Vorkammerwasser, die Linse, den Glaskörper und erreicht dann die lichtempfindliche Netzhaut. Die Netzhaut enthält lichtempfindliche Sehsinneszellen, die Zapfen und die Stäbchen. Die Sinneszellen reagieren auf Lichtreize. Man sagt, sie werden durch Lichtreize erregt. Die Erregung wird an den Sehnerv weiter gegeben und über diesen zum Gehirn geleitet. Das „für uns sichtbare“ Bild entsteht also erst im Gehirn.

Material 2:



Material 3:



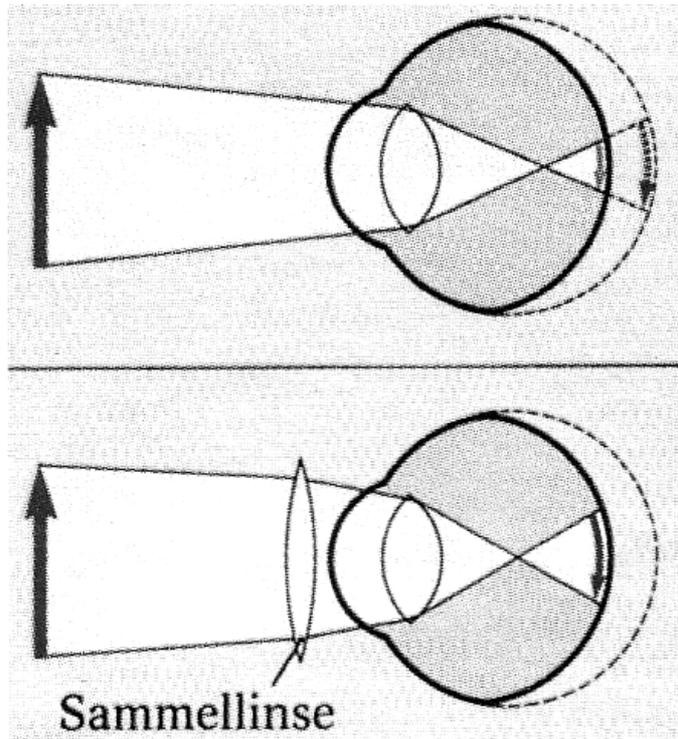
Material 4

Alter in Jahren	10	20	30	40	50	60
Nahpunkt in cm	7	9	12	22	40	100

**Material 5:
Ein weitsichtiges Auge
braucht eine Brille.**

Die Elastizität der Linse lässt im Alter nach. Dies führt zur Altersweitsichtigkeit. Daher kann sich die Linse nicht mehr so stark abrunden, wie es für das Nah-Sehen notwendig ist.

Eine Brille mit Sammellinse gleicht die mangelnde Elastizität der Linse aus.



Aufgabenstellung:

1.1 Benennen Sie mit Hilfe des Materials 1 die nummerierten Teile des Auges in Material 2. Ordnen Sie ihnen ihre jeweilige Funktion zu. Benutzen Sie dazu die Spalte 1 und 2 der Tabelle.

Tabelle

Teile des Auges	Funktion	lichtbrechende Teile
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

1.2 Nennen Sie 3 Teile des Auges, die in Material 2 nicht erkennbar sind.

- 1.3 Kennzeichnen Sie alle Teile des Auges in der Spalte 3 der Tabelle mit einem Kreuz, sofern sie den Strahlengang des Lichts brechend beeinflussen.
2. Das Material 3 will vereinfachend darstellen, wie ein Bild in unserem Auge entsteht. Durch die starke Vereinfachung sind sachliche Fehler entstanden. Entdecken Sie fehlerhafte Stellen und begründen Sie, warum aus Ihrer Sicht ein Fehler vorliegen muss.
3. Mit fortschreitendem Alter verschlechtert sich der Sehsinn so, dass vielfach Kleingedrucktes nicht mehr gelesen werden kann. Analysieren Sie die Ursache der „Altersweitsichtigkeit“. Beziehen Sie bei Ihrer Darstellung auch die Informationen aus Material 4 und Material 5 mit ein.
4. Erklären Sie Ihrer Tante, die darüber klagt, dass sie die Preise auf den Verpackungen im Supermarkt nicht mehr erkennen kann, mit eigenen Worten das Phänomen der „Altersweitsichtigkeit“. Geben Sie ihr einen ernst gemeinten Rat.

Erwartungshorizont:

Erwartete Schülerleistung				AFB	Standards			
					F	E	K	B
1	1.1			I			8	
	Teile des Auges	Funktion	Lichtbrechende Teile					
	1 <i>Pupille</i>	Regelung der Lichtmenge						
	2 <i>Hornhaut</i>	Schutzeinrichtung des Auges und Durchlassstelle für Licht	X					
	3 <i>Lederhaut</i>	Schutzhülle						
	4 <i>Regenbogenhaut/Irismuskel</i>	Verkleinerung/Vergrößerung der Pupille						
	5 <i>Linse</i>	Nah- und Ferneinstellung	X					
	6 <i>Aderhaut</i>	Versorgung des Auges mit Sauerstoff und Nährstoffen, Entsorgung von Kohlenstoffdioxid und Stoffwechselprodukten						
	7 <i>Sehnerv</i>	Weiterleitung der Erregung an das Gehirn						
	1.2: Nicht erkennbar sind die Netzhaut, der Glaskörper, das Lid, der Ziliarmuskel ...			I			8	
	1.3: Siehe 3. Spalte in 1.1			I-II		7		
2	In der Abbildung wird durch Darstellung der Randstrahlen, die von einem Gegenstand ausgehen, gezeigt, dass im Auge auf der Netzhaut ein umgekehrtes, verkleinertes, scharfes Bild entsteht. Das ist prinzipiell richtig. Die Abbildung vereinfacht zu stark, weil die Lichtbrechung an allen lichtbrechenden Teilen nicht dargestellt wird. Das Bild auf der Netzhaut stellt einen krummen Bleistift dar, weil das Bild in			II		13	8	

<p>die Krümmung der Netzhaut gefügt wird. Die Größenverhältnisse sind falsch, denn der Bleistift ist zu groß dargestellt. Diese Darstellung eines zu großen und krummen Bleistiftes erzeugt Fehlvorstellungen. In Wirklichkeit entsteht das Bild eines geraden Bleistiftes im Gehirn. Die Bildverarbeitung durch die gereizten Sinneszellen der Netzhaut ist sehr komplex und führt zu einem bewussten Eindruck eines geraden, aufrechten „Bildes“ im Gehirn.</p> <p>Aufgabe mit Querverbindung zur Physik. Physikkenntnisse werden genutzt.</p>					
--	--	--	--	--	--

Erwartete Schülerleistung		AFB	Standards			
			F	E	K	B
3	<p>Bis zum Alter von 30 Jahren kann das Auge nahe Gegenstände bis 12 cm Abstand vom Auge scharf abbilden. Ab 40 Jahren nimmt diese Fähigkeit ab. Mit 50 Jahren entfernt sich der Abstand des scharfen Erkennens naher Gegenstände auf 40 cm vom Auge, bei 60jährigen Personen liegt sie bereits bei einem Meter. Die Ursache liegt in der nachlassenden Elastizität der Augenlinse. Die zu flache Linse bildet das Bild des Gegenstandes scheinbar erst hinter der Netzhaut scharf ab, auf der Netzhaut erscheint daher ein zu kleines, unscharfes Bild. Die Sammellinse einer Brille wirkt zusammen mit der Augenlinse bei größtmöglicher Abrundung wie eine stark abgerundete Augenlinse. Die Bildentstehung verschiebt sich auf diese Weise wieder in den Netzhautbereich..</p>	II		6	2 8	
4	<p>Eine mögliche Lösung dieser Aufgabe wird beispielhaft geschildert.</p> <p>Der Tante Trost spenden: Alle Menschen leiden mit zunehmendem Alter an Altersweitsichtigkeit. Erklärung des Phänomens durch Präsentieren eines Gegenstandes in unterschiedlichen Abständen zum Auge, möglichst durch Hinzuziehung weiterer Personen jüngeren Alters (in Anlehnung an die Zahlenwerte der Tabelle 1).</p> <p>Der Tante Rat geben: Empfehlung einer Brille mit flacher Sammellinse; auch hier könnte durch eine Lupe die Wirkung der Brille erklärt werden. Informationen zum Auge sind nur nötig bezüglich der Linse, ihrer lichtbrechenden Funktion und der Netzhaut als Ort der Bildentstehung und Wahrnehmung eines Lichtreizes.</p> <p>Angestrebt sind sachrichtige Erklärungen in Anlehnung an Alltagsvorstellungen.</p>	II			7	

13. Aufgabenbeispiel: Galaktosämie – Chancen und Grenzen der Diagnose einer genetisch bedingten Krankheit

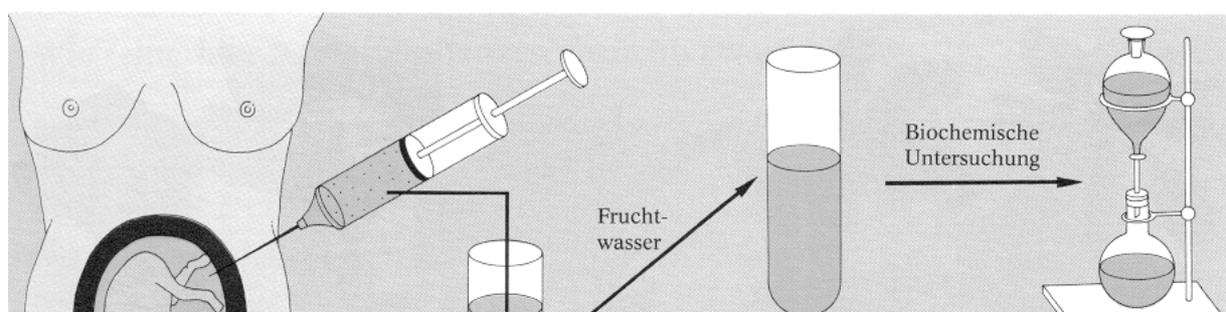
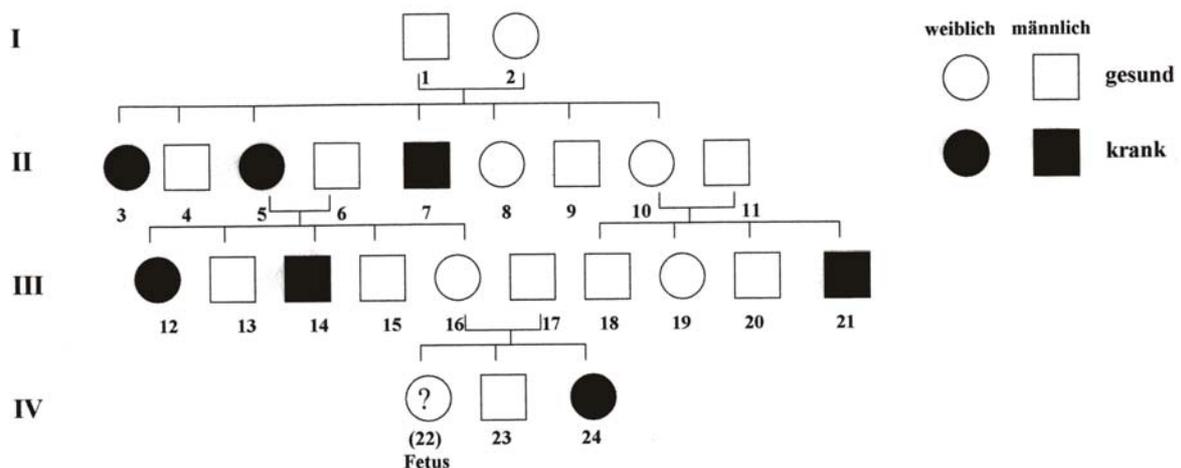
Basiskonzept Entwicklung

Die Stammbaumanalyse (Familiendiagrammanalyse) zählt neben der Zwillingsforschung zu den wichtigsten Methoden der Humangenetik. Durch die Verfolgung von Krankheitsmerkmalen über mehrere Generationen können genetische Beratungsstellen besorgten Eltern Auskunft darüber geben, mit welcher Wahrscheinlichkeit ihre Kinder eine genetisch bedingte Krankheit haben könnten, die bei Vorfahren oder anderen Verwandten aufgetreten ist.

Heute ist man mit Hilfe der Methoden der modernen Medizin in der Lage, Gene, die bestimmte Krankheiten verursachen, bereits beim ungeborenen Kind nachzuweisen. Im Rahmen von vorgeburtlichen Untersuchungen kann eine Fruchtwasseruntersuchung (Amniozentese) durchgeführt werden (vgl. Material 2).

Eine bekannte erbliche Stoffwechselkrankheit, die mit Hilfe einer Fruchtwasseranalyse diagnostiziert werden kann, ist die Galaktosämie (vgl. Stammbaum einer Familie in Material 1). Das ist eine genetisch bedingte Krankheit, bei dem ein Bestandteil des Milchzuckers, die Galaktose, nicht zu Glukose (Traubenzucker) umgewandelt werden kann. Galaktose reichert sich daher in leicht abgewandelter Form im Körper an und führt schon in kurzer Zeit zu Schädigung der Leber, der Niere, der Augenlinse und des Gehirns. Bleibt die Krankheit unerkannt, sterben die Säuglinge innerhalb weniger Monate. In den letzten Jahren hat die Medizin in der Behandlung von Galaktosämiekranken große Fortschritte erzielt. Bei Früherkennung kann eine galaktose- und milchzuckerfreie Diät verordnet werden. Diese führt dann zu einer normalen Entwicklung der betroffenen Kinder mit dieser genetisch bedingten Stoffwechselkrankheit.

Material 1: Familiendiagramm einer Familie, in der Galaktosämie aufgetreten ist



Material 2: Ablauf einer Fruchtwasseruntersuchung

Aufgabenstellung:

1. Ermitteln Sie anhand von Material 1 den zugrunde liegenden Erbgang für Galaktosämie. Begründen Sie Ihre Schlussfolgerungen.
2. Versetzen Sie sich in die Rolle einer Mitarbeiterin oder eines Mitarbeiters in einer genetischen Beratungsstelle.
Erklären Sie den Eltern (Person 16 und 17) adressatengerecht, mit welcher Wahrscheinlichkeit das ungeborene Kind (Person 22) Galaktose abbauen kann oder nicht, d.h. eine milchzuckerfreie Diät benötigt oder nicht, um sich normal zu entwickeln. Nutzen Sie als Hilfsmittel dazu auch ein entsprechendes Kreuzungsschema.
3. Beschreiben Sie den Ablauf einer Fruchtwasseranalyse mit Hilfe des Materials 2.
4. Erörtern Sie den Nutzen und die Risiken dieses Verfahrens.
5. Nehmen Sie kritisch Stellung zu der Frage, ob Sie als Mitarbeiterin oder Mitarbeiter einer genetischen Beratungsstelle eine Fruchtwasseranalyse
 - a) im unter 2. beschriebenen Beratungsfall,
 - b) als routinemäßiges Verfahren bei jeder Schwangerschaftempfehlen würden.

Erwartungshorizont:

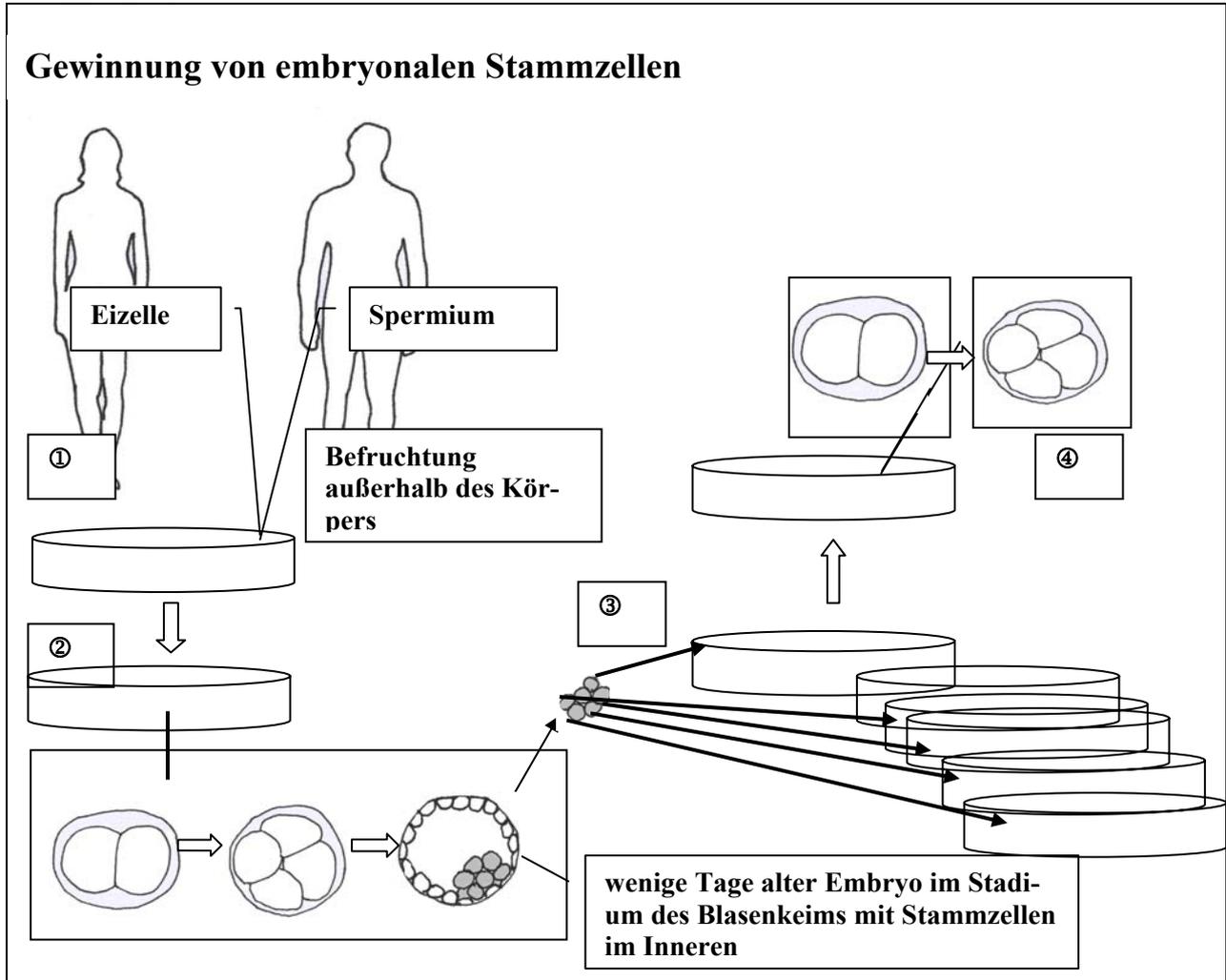
Erwartete Schülerleistung		AFB	Standards			
			F	E	K	B
1	<p>Es handelt sich um einen dominant-rezessiven Erbgang, da keine zwischenelterlichen Phänotypen auftreten.</p> <p>Das Merkmal für die Galaktosämie beruht auf einem rezessiven Gen, da in drei Ehen gesunde Eltern auch kranke Kinder bekommen; d.h. die Eltern tragen das Gen für die Krankheit verdeckt in ihrem Genotyp.</p> <p>Der Erbgang ist nicht geschlechtschromosomengebunden, da gesunde Väter (Person 1, 6, 17) kranke Töchter haben; außerdem überwiegen bei den Kranken die Männer zahlenmäßig nicht.</p>	II	3.1	11 13	3 8	
2	<p>Kreuzungsschema:</p> <p>Legende: G = Allel (Gen) für gesund g = Allel (Gen) für krank (alternative Buchstabenwahl A bzw. a auch denkbar)</p> <p>Eltern Gg X Gg</p> <p>Geschlechtszellen G g G g</p> <p>Kinder GG Gg Gg gg</p> <p>Zahlenverhältnisse Phänotyp 3 : 1 gesund krank</p> <p>Die Personen 16 und 17 müssen mischerbig sein, da sie bereits ein krankes Kind haben.</p> <p>Verständliche Formulierung auf der Grundlage der zweiten Mendelschen Regel beträgt die Wahrscheinlichkeit für ein weiteres krankes Kind 25%. Zu 75% könnte das ungeborene Kind gesund sein.</p>	II	3.1	5	9 3	
3	<p>Beschreibung der Amniozentese:</p> <p>Zunächst entnimmt man mit einer feinen Kanüle, die durch die Bauchdecke der Mutter geführt wird, etwas Fruchtwasser. Von den Zellen des Fetus, die sich in der Flüssigkeit absetzen, werden Zellkulturen angelegt. Der Überstand ohne Zellen wird biochemisch untersucht.</p>	I			8	

Erwartete Schülerleistung		AFB	Standards			
			F	E	K	B
4	<p>Zum Nutzen:</p> <p>Die Zellen des Fetus können dann unter einem Mikroskop untersucht werden, sodass Chromosomenveränderungen (und das Geschlecht) erkannt werden können.</p> <p>Im Überstand kann das Vorhandensein von bestimmten chemischen Stoffen auf Stoffwechselkrankheiten beim ungeborenen Kind hindeuten (siehe Text Galaktosämie).</p> <p>Zu den Risiken:</p> <p>Infektion, seelische Belastung der Mutter, Verletzung des Fetus, Gefährdung der Schwangerschaft</p>	II-III	3.1	8	8	2
5	<p>zu a)</p> <p>Im vorliegenden Fall ist eine Fruchtwasseranalyse anzuraten, da die familiäre Krankheitsgeschichte einen direkten Hinweis auf die mögliche Erbkrankheit liefert (gezielte biochemische Analyse denkbar) und da bei Früherkennung medizinische Nachteile für den Säugling durch eine spezielle Diät verhindert werden könnten.</p> <p>zu b)</p> <p>Zu einer vorgeburtlichen Routineuntersuchung bei jeder Schwangerschaft sollte nicht generell geraten werden, sondern die Entscheidung ist abhängig zu machen von einer differenzierten Abwägung verschiedener Argumente wie z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ dem Infektionsrisiko ➤ dem Krankheitstyp ➤ den Therapiechancen für das Ungeborene ➤ dem Alter und der persönlichen Situation der Eltern ➤ dem Abwägen der Kosten für die Krankenkassen ➤ etc. <p>Bei jeder Beratung ist auch zu beachten, dass Eltern in Konfliktsituationen geraten können und für eine mögliche Entscheidung für oder gegen Abtreibung Hilfestellungen brauchen.</p> <p>Auch möglich eine generelle Reflexion: Ist eine Gesellschaft ohne Behinderte oder Kranke eine menschliche Gesellschaft?</p> <p>Hier sollen unterschiedliche Sichtweisen eingenommen werden (Perspektive der Eltern, des Ungeborenen, der Gesellschaft...).</p>	III				1 2

14. Aufgabenbeispiel: Hilfe für Parkinsonkranke?

Basiskonzept Entwicklung

Material 1:



Material 2: Therapeutisches Klonen

Wenn man sich in den Finger schneidet, werden z.B. Muskelzellen und Hautzellen zerstört. Bei der Heilung werden die zerstörten Zellen ersetzt. Die neuen Zellen bilden sich aus Stammzellen. Für Muskelzellen und Hautzellen gibt es gesonderte Stammzellen, aus denen keine andersartigen Zellen hervorgehen können.

Die befruchtete Eizelle ist ebenfalls eine Stammzelle. Aus ihr gehen alle Typen von Zellen des Körpers hervor. Auch die ersten Zellen des Embryos, die aus der befruchteten Eizelle durch Teilung entstehen, sind Stammzellen, die in ihrer Entwicklung noch nicht festgelegt sind. Sie können sich zu unterschiedlichen Gewebezellen entwickeln. Sie werden aus einem Embryo entnommen, wenn dieser das Entwicklungsstadium eines Blasenkeims erreicht hat. Solche embryonalen Stammzellen sind unter Laborbedingungen unbegrenzt teilungsfähig. Die so gewonnenen Zellen stammen aus einer Zelllinie. Sie nennt man Zellklone, den Vorgang der Zellzüchtung nennt man Klonen.

Unter bestimmten Wachstumsbedingungen beginnen sich die embryonalen Stammzellen zu spezialisieren. Sie werden z. B. zu Vorläuferzellen von Nervengewebe, von Muskelzellen oder Knorpelgewebe. Solche Zellen sind nun in ihrer Entwicklung festgelegt. Sie können sich nicht mehr zu andersartigen Gewebezellen umbilden.

Forschungsziel des therapeutischen Klonens ist nun, embryonale Stammzellen in krankes Gewebe beim Menschen einzusetzen. Dort sollen sich die jungen Zellen zu gesunden Gewebezellen entwickeln.

Die Gewinnung von embryonalen Stammzellen ist in Deutschland verboten. Somit ist auch das therapeutische Klonen in Deutschland verboten. Forschungsergebnisse zum therapeutischen Klonen liegen beispielsweise aus Südkorea vor.

Material 3: Auszug aus dem Embryonenschutzgesetz (ESchG) vom 13.12.1990

Gesetz zum Schutz von Embryonen

§ 1 Missbräuchliche Anwendung von Fortpflanzungstechniken

(1) Mit Freiheitsstrafe bis zu drei Jahren oder mit Geldstrafe wird bestraft, wer

1. auf eine Frau eine fremde unbefruchtete Eizelle überträgt,
2. es unternimmt, eine Eizelle zu einem anderen Zweck künstlich zu befruchten, als eine Schwangerschaft der Frau herbeizuführen, von der die Eizelle stammt,
3.

§ 2 Missbräuchliche Verwendung menschlicher Embryonen

(1) Wer einen extrakorporal³ erzeugten oder einer Frau vor Abschluss seiner Einnistung in der Gebärmutter entnommenen menschlichen Embryo veräußert oder zu einem nicht seiner Erhaltung dienenden Zweck abgibt, erwirbt oder verwendet, wird mit Freiheitsstrafe bis zu drei Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

(2) Ebenso wird bestraft, wer zu einem anderen Zweck als der Herbeiführung einer Schwangerschaft bewirkt, dass sich ein menschlicher Embryo extrakorporal weiterentwickelt. ...

Material 4: Auszug aus dem Stammzellgesetz (StZG) vom 28.6.2002

Gesetz zur Sicherstellung des Embryonenschutzes im Zusammenhang mit Einfuhr und Verwendung menschlicher embryonaler Stammzellen

§ 1 Zweck des Gesetzes

Zweck dieses Gesetzes ist es, im Hinblick auf die staatliche Verpflichtung, die Menschenwürde und das Recht auf Leben zu achten und zu schützen und die Freiheit der Forschung zu gewährleisten,

1. die Einfuhr und die Verwendung embryonaler Stammzellen grundsätzlich zu verbieten,
2. zu vermeiden, dass von Deutschland aus eine Gewinnung embryonaler Stammzellen oder eine Erzeugung von Embryonen zur Gewinnung embryonaler Stammzellen veranlasst wird, und
3. die Voraussetzungen zu bestimmen, unter denen die Einfuhr und die Verwendung embryonaler Stammzellen ausnahmsweise zu Forschungszwecken zugelassen sind.

§ 4 Einfuhr und Verwendung embryonaler Stammzellen

(1) Die Einfuhr und die Verwendung embryonaler Stammzellen ist verboten.

(2) Abweichend von Absatz 1 sind die Einfuhr und die Verwendung embryonaler Stammzellen zu Forschungszwecken unter den in § 6 genannten Voraussetzungen zulässig, wenn

1. zur Überzeugung der Genehmigungsbehörde feststeht, dass
 - a) die embryonalen Stammzellen in Übereinstimmung mit der Rechtslage im Herkunftsland dort vor dem 1. Januar 2002 gewonnen wurden und ...,
 - b) die Embryonen ... zum Zwecke der Herbeiführung einer Schwangerschaft erzeugt worden sind, sie endgültig nicht mehr für diesen Zweck verwendet wurden und keine Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass dies aus Gründen erfolgte, die an den Embryonen selbst liegen,

...

³ extrakorporal = außerhalb des Körpers

Material 5:

Eine häufige Krankheit im Alter - die Parkinson-Krankheit

Einer von hundert Sechzigjährigen ist an der Parkinsonschen Krankheit erkrankt, manchmal geschieht dies schon in einem jüngeren Lebensalter. Prominente wie der ehemalige Box-Weltmeister Mohammed Ali oder der Schauspieler Michael Fox erkrankten schon in jungen Jahren, andere wie Papst Johannes Paul II erst im hohen Alter.

Der Parkinsonpatient leidet unter Zittern der Hände im Ruhezustand, er bewegt sich langsam und schleppend. Vielfach wirken seine Gesichtszüge starr und emotionslos, obwohl er geistig rege und emotionsfähig ist. Dies liegt daran, dass in einem bestimmten Bereich des Großhirns, das für willkürliche und unwillkürliche Bewegung zuständig ist, ein wichtiger Botenstoff von Nervenzellen nicht mehr hergestellt werden kann. Diese Nervenzellen arbeiten fehlerhaft.

Worin könnte nun die Heilung bestehen? Bringt man embryonale Stammzellen in den Gehirnbereich ein, in der die Nervenzellen fehlerhaft arbeiten, wachsen vor Ort gesunde Nervenzellen nach. Sie stellen den Botenstoff wieder her, die Symptome der Parkinson-Krankheit schwächen sich ab. Das Problem: Die Stammzellen werden als fremd erkannt, wenn sie von einem fremden Menschen stammen.

Der Trick des therapeutischen Klonens besteht nun darin, nicht die befruchtete Eizelle eines anderen Paares zur Anzucht der embryonalen Stammzellen zu verwenden, sondern eine Eizelle, in die der Zellkern einer Zelle des Patienten eingebracht wurde. Mit einer Mikropipette wird aus einer unbefruchteten Eizelle, die von einer Frau gespendet wird, der Zellkern entfernt. Aus einer gesunden Körperzelle des Patienten wird der Zellkern entnommen und in die entkernte Eizelle gebracht. Diese entwickelt sich nun wie ein normaler Embryo. Stammzellen aus dem Blasenkeimstadium werden später in das erkrankte Nervengewebe eingepflanzt. Sie besitzen das gleiche Erbmateriale wie die Nervenzellen und werden deshalb nicht abgestoßen.

Aufgabenstellung:

Zu Material 1

1. Beschreiben Sie die vier Phasen des Verfahrens, mit dem embryonale Stammzellen gewonnen werden.

Die Phasen lauten: ① Befruchtungsphase, ② Teilungsphase, ③ Isolierungsphase und ④ Kultivierungsphase.

Zu Material 1 und 2

2. Was sind embryonale Stammzellen?

- a) Alle Zellen mit hoher Teilungsfähigkeit.
- b) Gewebezellen, die von einer Zelle abstammen.
- c) Zellen aus dem Inneren des Blasenkeims, deren Entwicklung noch nicht festgelegt ist.
- d) Alle Zellen des Blasenkeims, die sich zu einem Embryo entwickeln.
- e) Zellen, die man künstlich im Labor zu Gewebezellen heranwachsen lässt.
- f) Zellen eines Embryos im frühen Entwicklungsstadium (2-, 4-, 8-Zellen-Stadium).

Zu Material 2 sowie 3 und 4

- 3. Erläutern Sie, wie das Verbot der Gewinnung von embryonalen Stammzellen nach deutscher Gesetzgebung begründet wird.
- 4. Umschreiben Sie mit eigenen Worten den Wert eines menschlichen Embryos, der mit den Auszügen aus den beiden deutschen Gesetzen zum Ausdruck kommt.

Zu Material 5

- 5. Umschreiben Sie mit eigenen Worten, warum Parkinson-Patienten sich für die Forschung mit embryonalen Stammzellen interessieren.
- 6. Die embryonale Stammzellenforschung ist umstritten.
Schildern Sie den Konflikt und äußern Sie Ihre eigene Meinung!

Erwartungshorizont:

Erwartete Schülerleistung		AFB	Standards			
			F	E	K	B
1	1: Eine Eizelle wird außerhalb des Körpers von einem Spermium befruchtet. 2: Die befruchtete Eizelle teilt sich. Es entsteht ein mehrzelliger Embryo. Nach wenigen Tagen ist ein Blasenkeim entstanden. 3: Aus dem Inneren des Blasenkeims werden Zellen entnommen, getrennt und in neue Kulturgefäße getan. 4: Die Zellen teilen sich erneut. Es sind embryonale Stammzellen (Beschreiben in sachrichtiger Schülersprache)	I-II	3.1		8	2
2	Die Aussagen c und f sind richtig.	II	3.1		3 8	2
3	Die Gewinnung von embryonalen Stammzellen ist nach deutscher Gesetzgebung verboten, weil sie dem § 1 des Stammzellgesetzes widerspricht. Das Stammzellgesetz ergänzt das Embryonenschutzgesetz aus dem Jahre 1990, nämlich den § 1, Absatz 2 des Embryonenschutzgesetzes. Die künstliche Befruchtung einer Eizelle darf nur das Ziel der Erzeugung einer Schwangerschaft haben. Die Methode widerspricht ferner dem § 2, Absatz 1 und 2, da der extrakorporal erzeugte Embryo zu einem nicht seiner Erhaltung dienendem Zweck verwendet und nicht dem Zweck der Schwangerschaft zugeführt wird. (Anführen <u>einer</u> Begründung in sachrichtiger Schülersprache)	I-II			8	2
4	Ein menschlicher Embryo soll sich ausschließlich zu einem Menschen entwickeln. Die Würde und der Schutz von Menschen gilt auch für den Embryo, der sich in der Entwicklung befindet. (Beschreiben in sachrichtiger Schülersprache, Zitate erwünscht)	II	3.8			2
5	Parkinson-Patienten sind in der alltäglichen Bewegung gehandicapt. Da sie geistig wohlhlauf sind, leiden sie unter ihrer Krankheit, für die es noch keine erfolgreiche Therapie gibt. Die Stammzellforschung klingt vielversprechend. Wenn die Forschung erfolgreich ist, heilen eigene Zellen das erkrankte Nervengewebe. Nebenwirkungen durch Medikamente unterbleiben. (auch andere Argumente)	II			8	

6	<p>Erkennen des Konflikts „Embryo als zukünftiger Mensch, dessen Würde es zu schützen gilt“ contra „Heilungschancen für Patienten, deren Krankheit mit traditionellen Mitteln offenbar nicht geheilt werden kann.“ Begründete Stellungnahme aus unterschiedlicher Perspektive (Kranker bzw. Forscher, rechtliche Perspektive aus Sicht der deutschen Gesetzgebung). Gewertet wird die Begründung, nicht die Einnahme einer bestimmten Meinung.</p>	III	3.8			2
---	--	-----	-----	--	--	---

15. Aufgabenbeispiel: Pflanzen wachsen auf Bäumen

Basiskonzept Entwicklung



Zimmerpflanzen sind vielfach Gäste aus tropischen und subtropischen Regionen dieser Welt. Die Pflanze, um die es in dieser Aufgabe geht, ist eine Bromelie. Das Exemplar in der Abbildung heißt Vrisea ensiformis. Eine ähnliche Pflanze steht zur Beobachtung bereit.

Material 1: Die Bromelie ist im tropischen Regenwald beheimatet und gehört zu den so genannten Ananasgewächsen. Im Lexikon findet sich folgende Information: „Ananasgewächse gehören zu den Aufsitzerpflanzen. Diese wachsen in Astgabeln von Bäumen und werden von Haftwurzeln gehalten. Während der heftigen täglichen Regenschauer im Regenwald sammeln Aufsitzerpflanzen Wasser am Blattgrund.“

Material 2: Biologen haben sich mit dem anatomischen Feinbau der Blätter beschäftigt. Was man mit dem Mikroskop sieht, zeigen die folgenden Abbildungen. Die Vergrößerungen sind dabei ungleich.

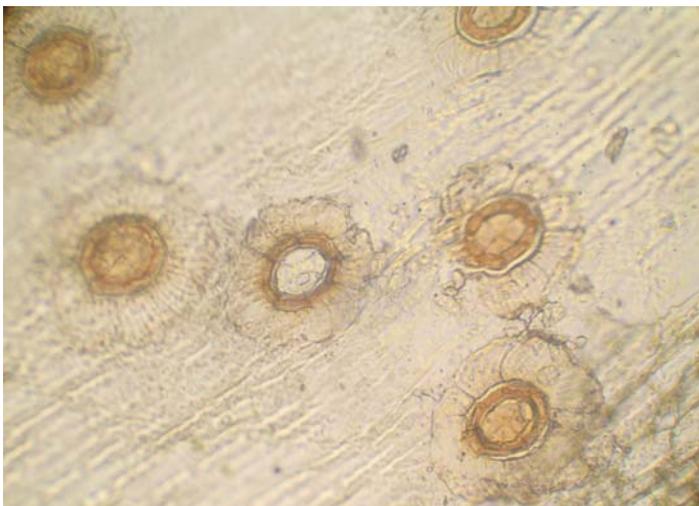


Abb. 1:
Blattoberfläche von
Vrisea ensiformis in der
mikroskopischen Betrachtung.⁴

⁴ „Positiv-Abzug mit Nagellack“: Der Abzug wurde durch Auftragen von klarem Nagellack auf die Blattoberseite erhalten. Der getrocknete Nagellackfilm wurde anschließend von der Blattfläche abgezogen und bei 120facher Vergrößerung mikroskopiert.

Abb. 2 a, b:

Blattquerschnitte bei
mikroskopischer Betrachtung

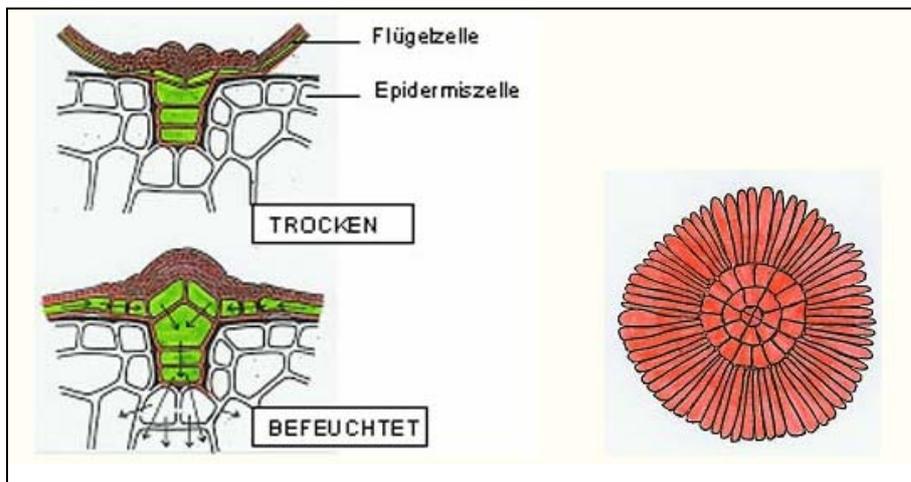
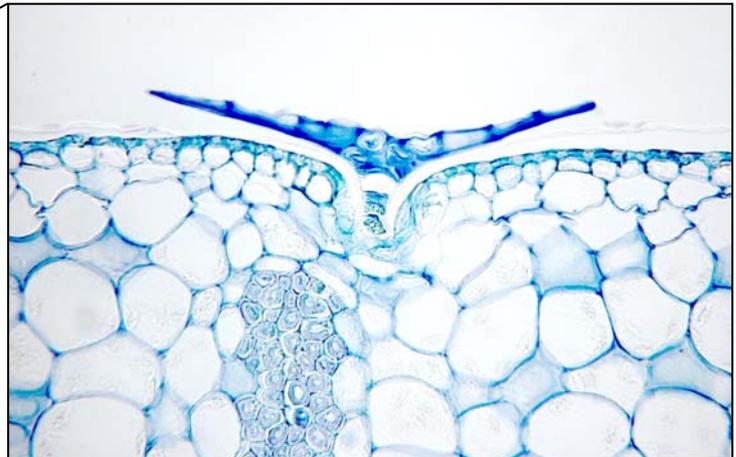
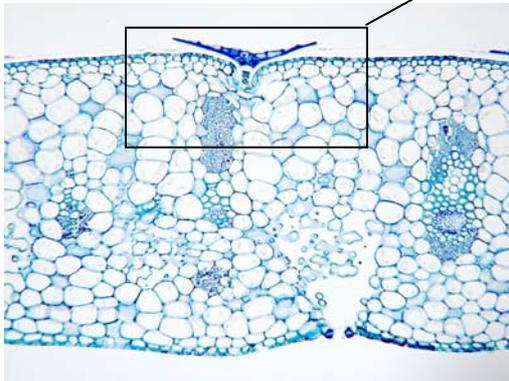


Abb. 3:

Zeichnungen nach
verschiedenen
mikroskopischen
Bildern angefertigt

Aufgabenstellung:

1. Nennen Sie mögliche Vor- und Nachteile des Lebens grüner Pflanzen auf Bäumen im Regenwald.
2. Informieren Sie sich über den Aufbau eines Laubblattes in Ihrem Lernbuch. Erläutern Sie dann mit Hilfe der Textinformation und den Abbildungen 1 und 2 die Veränderungen im Blattbau einer Bromelie. Gießen Sie Wasser zwischen die Blätter der Bromelienpflanze und notieren Sie Ihre Beobachtung.
3. Stellen Sie eine begründete Hypothese zur Wasseraufnahme der Bromelie auf.
4. Erklären Sie die Anpasstheit der Bromelie mit Hilfe von Mutation und Selektion.

Erwartungshorizont:

Erwartete Schülerleistung		AFB	Standards			
			F	E	K	B
1.	Überlegungen zu den Faktoren Licht, Wasser, Konkurrenz, Fortpflanzung, Mineralsalze	I	1.2 1.4 3.3			
2.	Im Gegensatz zu einem typischen Laubblatt, dessen Spaltöffnungen auf der Blattunterseite erkennbar sind, zeigen die Mikroschnitte des Bromelienblattes auf der Blattoberseite tellerartige Strukturen mit einer Vertiefung in der Mitte. Die Abbildungen 2 a und b zeigen eine trichter-förmige Struktur im Querschnitt, die von der Blattoberfläche in das Innere des Blattes führt. Die Strukturen verändern sich bei Trockenheit bzw. Feuchtigkeit. Die in den Abbildungen gebo-tenen Strukturen könnten als „Trichter-“ oder „Kanalzellen“ umschrieben werden, die dem Blattinneren vermutlich Wasser zuleiten, wie aus den Zeichnungen entnommen werden kann. Der Begriff „Saugschuppe“ ist nur bei Vor-kenntnissen zu erwarten. Das Gießwasser bleibt zwischen den Blättern stehen.	II	2.3 2.4	2	2 4	
3.	Pflanze nimmt das Stauwasser mit den Blättern und nicht mit den Wurzeln auf. Die Hypothese erscheint wahrscheinlich durch das Auffin- den spezieller Gewebestrukturen, die sich eignen könnten, um Wasser aufzunehmen. Die Hypothese erscheint wahrscheinlich wegen des Sam- melns des Wassers am Blattgrund.	III	2.6 2.4	7 8	6	
4.	Durch Mutationen entstehen genetische und phänotypische Variationen, in diesem Beispiel unterschiedliche Ausbil- dungen von Laubblättern. Durch abiotische und biotische Umweltfaktoren werden die Varianten ständig „überprüft“. Die Spaltöffnungen an der Oberseite des Blattes stellen in der Regel einen Nachteil für die Pflanze dar (erhöhte Ver- dunstung von Wasser). In feucht-warmen Gebieten mit ei- ner hohen Niederschlagsmenge werden sie zu einem ent- scheidenden Selektionsvorteil, der sogar eine Reduktion von ehemals Wasser aufnehmenden Wurzeln erlaubt (Haft- wurzeln). Die in einem Evolutionsprozess entstandenen neuen Strukturen wurden einer neuen Funktion zugeführt und ermöglichten die Besiedlung eines neuen Lebensrau- mes.	II	1.4 1.5 2.6 3.6 3.7			