

Die Gymnasiale Oberstufe im Land Bremen

Abiturprüfung 2022

Regelungen für das erste bis dritte Prüfungsfach
mit landesweit einheitlicher Aufgabenstellung

Geänderte Fassung für die Fächer Biologie, Chemie und Physik (28.06.2021)

Die Senatorin für
Kinder und Bildung



Freie
Hansestadt
Bremen

Herausgeberin

Die Senatorin für Kinder und Bildung
Rembertiring 8 – 12
28195 Bremen
<http://www.bildung.bremen.de>

Stand: 2020

Curriculumentwicklung

Landesinstitut für Schule
Abteilung 2 – Qualitätssicherung und Innovationsförderung
Am Weidedamm 20
28215 Bremen
Ansprechpartnerin: Dr. Nike Janke

Nachdruck ist zulässig

Bezugsadresse: <http://www.lis.bremen.de>

Biologie

Die Fachlehrerin / der Fachlehrer erhält **drei** Aufgaben, die sich auf die Schwerpunktthemen beziehen.

Der Fachprüfungsausschuss wählt **zwei** Aufgaben zur Bearbeitung aus.

Die Schülerin / der Schüler

- erhält **zwei** Aufgaben und bearbeitet diese,
- ist verpflichtet, die Vollständigkeit der vorgelegten Aufgaben vor Bearbeitungsbeginn zu überprüfen (Anzahl der Blätter, Anlagen, ...).
- darf alle in den Aufgabenstellungen bzw. den Materialien verwendeten Abkürzungen im Lösungstext verwenden.

Aufgabenarten: Material gebundene Aufgaben (Erläutern, Auswerten, Interpretieren und Bewerten von fachspezifischem Material (Texte, Abbildungen, Tabellen, Messwerte, Graphen, ...))

Bearbeitungszeit: Leistungskurs 240 Minuten
Grundkurs 180 Minuten

Hilfsmittel: Rechtschreiblexikon, Taschenrechner

Grundlagen der schriftlichen Abiturprüfung sind der Bildungsplan Biologie für die Qualifikationsphase der Gymnasialen Oberstufe sowie die folgenden Schwerpunktthemen. Für die Bearbeitung der Schwerpunktthemen ist jeweils eine Unterrichtszeit von etwa zwei Dritteln eines Halbjahres vorgesehen.

Schwerpunktthemen

Die thematischen Schwerpunktthemen beziehen sich auf Teile der im Bildungsplan verbindlich vorgegebenen Themenbereiche:

- Ökofaktoren
- Kommunikation
- Gene

Leistungskurs

Ohne die Vorgaben des Bildungsplans einzuschränken, sollte der Unterricht folgende Schwerpunkte in besonderer Weise absichern:

*Aus dem Themenbereich **Ökofaktoren***

Themenfeld: Stoffaufbau im Ökosystem

Die Schülerinnen und Schüler können

- Zusammenhänge zwischen den Begriffen „Energie“ bzw. „Energieumwandlung“ und Fotosynthese darstellen,
- die generelle Bedeutung der Fotosynthese für Ökosysteme darstellen.

Konkretisierung

Der Aufbau von energiereichen Stoffen durch die Fotosynthese der grünen Pflanzen ist einer der wichtigsten Prozesse in einem Ökosystem. Die bei der Umwandlung der Lichtenergie in chemische Energie aufgebauten Stoffe dienen den auto- und heterotrophen Lebewesen als Grundlage ihres Lebens. Der Zusammenhang von Fotosynthese und Zellatmung zeigt sich insbesondere in Bezug auf die Thematik „Energieumwandlung“ und „Energiefluss“.

Hinweis: Es werden nur Kenntnisse zur allgemeinen Bilanzgleichung und zur biologischen Bedeutung vorausgesetzt. Die Reproduktion von chemischen Details, wie z.B. Strukturformeln, wird nicht erwartet.

Themenfeld: Stoffabbau im Ökosystem

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Energie- und Stoffbilanz der Zellatmung erläutern,
 - die Bedeutung des Stoffabbaus im Ökosystem darstellen,
-

- die Funktion der Destruenten / Reduzenten im Ökosystem beschreiben.

Konkretisierung

Der Abbau von energiereichen organischen Stoffen ist ein grundlegender Prozess im Ökosystem. Viele Lebewesen nutzen die Zellatmung zur Bereitstellung von Energie in Form von ATP für ihre Lebensprozesse. Für den Stoffabbau im Ökosystem sind die Destruenten von besonderer Bedeutung.

Hinweis: Es werden nur Kenntnisse zur allgemeinen Bilanzgleichung und zur biologischen Bedeutung vorausgesetzt. Die Reproduktion von chemischen Details, wie z.B. Strukturformeln, wird nicht erwartet.

Grundkenntnisse zu Enzymatik und Zellaufbau werden ebenfalls vorausgesetzt.

Themenfeld: Stoffkreisläufe

Die Schülerinnen und Schüler können

- exemplarisch den Aufbau eines Ökosystems erläutern,
- beispielhaft Nahrungskette und -netz in einem Ökosystem beschreiben,
- die Notwendigkeit der Vollständigkeit und Schließung von Stoffkreisläufen erläutern,
- unterschiedliche Trophiestufen in einer ökologischen Pyramide erläutern und den Trophiestufen Arten zuordnen,
- die Prinzipien des Energieflusses im Ökosystem erläutern,
- den Kohlenstoffkreislauf beschreiben und erläutern,
- den Zusammenhang zwischen Kohlenstoffkreislauf und anthropogenem Treibhauseffekt erläutern,
- den Stickstoffkreislauf beschreiben und erläutern,
- den Zusammenhang zwischen Stickstoffkreislauf und Überdüngung darstellen.

Konkretisierung

Ökosysteme sind mit Hilfe von Modellen darstellbar, in denen die kausalen Zusammenhänge deutlich werden. Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufe und Energiefluss sind wesentliche Bestandteile im Konzept des Ökosystems. Eingriffe des Menschen haben verschiedene, häufig negative Auswirkungen auf die Biozönose in einem Biotop.

- Konzept des Ökosystems
Funktionaler Aufbau eines Ökosystems, Nahrungskette und Nahrungsnetz, grundlegende Prinzipien von Stoffkreisläufen und Energiefluss, Prozesse des Kohlenstoffkreislaufs
- Nahrungsnetze und Energiefluss
Nahrungskette und Nahrungsnetz, grundlegende Prinzipien des Energieflusses, Brutto-/Nettoprimärproduktion.
- Stoffkreisläufe
Prozesse des Kohlenstoff- (an-/organisch gebundener Kohlenstoff) und Stickstoffkreislaufs, Stickstofffixierung, Rhizobien, Ammonifikation, Nitrifikation, Denitrifikation, oligo-/meso-/eutroph, Eutrophierung

Hinweise: Die Kenntnisse zu diesem Themenfeld sollen exemplarisch an einem Ökosystem erarbeitet werden, Kenntnisse zu einem speziellen Ökosystem werden nicht vorausgesetzt.

Themenfeld: Ökofaktoren Temperatur und Wasser

Die Schülerinnen und Schüler können

- Toleranzkurven erstellen, mit Fachbegriffen beschreiben, den Kurvenverlauf begründen,
- die Folgen der globalen Temperaturerhöhung beschreiben und begründen (siehe auch Themenfeld Stoffkreisläufe).

Konkretisierung

Da das Leben an temperaturabhängige Prozesse gebunden ist, hängen Vorkommen und Aktivität der Tiere von der Umgebungstemperatur ab. Die Wirkung dieses und anderer abiotischer Faktoren auf Lebewesen lässt sich mit Hilfe von Toleranzkurven abbilden.

- Einfluss der Temperatur auf Tiere
Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel
- Toleranzkurven

Charakteristische Werte und Bereiche von Toleranzkurven, Stenökologie und Euryökologie, Minimumgesetz von LIEBIG

Themenfeld: Populationen als Ökofaktoren

Die Schülerinnen und Schüler können

- Wachstumskurven von Populationen beschreiben und interpretieren,
- die intra- und die interspezifische Konkurrenz voneinander unterscheiden,
- das Konkurrenzausschlussprinzip erläutern und anwenden,
- die ökologische Nische als System von Wechselwirkungen zwischen Organismus und Umwelt darstellen,
- einfache Räuber-Beute-Systeme analysieren und die vorliegenden Wechselbeziehungen mithilfe von Pfeildiagrammen darstellen,
- am Beispiel von Räuber-Beute-Beziehungen das ökologische Gleichgewicht und das Prinzip der Selbstregulation erläutern.

Konkretisierung

Biotische Umweltfaktoren in Ökosystemen gehen von Lebewesen aus, wobei sich viele ökologische Vorgänge nur verstehen lassen, wenn man sie auf der Ebene der Populationen betrachtet. Das Wachstum von Populationen kann durch Wachstumskurven beschrieben werden. Die Lebewesen in einem Ökosystem stehen in vielfältigen Wechselbeziehungen zueinander, die sich modellhaft darstellen lassen. Im Zusammenhang mit der Konkurrenzvermeidung hat das Konzept der ökologischen Nische eine besondere Bedeutung.

- Wachstum einer Population
exponentielles/logistisches Wachstum, Regulation der Populationsgröße, Strategien der Vermehrung (r- und K-Strategen)
- Prinzipien des Zusammenlebens
Konkurrenz und Konkurrenzausschlussprinzip, Symbiose, Parasitismus, Räuber-Beute-Systeme, VOLTERRA-Regeln

Hinweis: Mathematische Berechnungen zum Populationswachstum und zu den VOLTERRA-Regeln werden nicht vorausgesetzt.

Aus dem Themenbereich **Kommunikation**

Themenfeld: Grundlagen der Informationsverarbeitung

Die Schülerinnen und Schüler können

- die elektrochemischen Prozesse an der Membran einer Nervenzelle auf der Ebene der Ionen erklären und skizzieren,
- den Vorgang der Erregungsleitung modellhaft erklären.

Konkretisierung

Elektrochemische Prozesse an den Membranen der Nervenzellen sind die Basis für die Weiterleitung von Erregung in Lebewesen. Dabei sind der Bau der Biomembran und der selektive Ionen-transport durch die Membran mit Hilfe von Kanälen und Ionenpumpen von großer Bedeutung. Membranpotenziale und Aktionspotentiale werden entlang der Zellmembran der Nervenzelle weitergeleitet.

- elektrochemische Prozesse an der Membran einer Nervenzelle
Bau der Nervenzelle, Entstehung und Weiterleitung von Membranpotentialen, Frequenz-/Amplitudencodierung

Hinweise: Wiederholung des Aufbaus der Biomembran (Flüssig-Mosaik-Modell) und der Vorgänge Diffusion, Osmose und aktiver Transport. Der Zusammenhang von Nervenimpulsen mit Lähmung und Krampf von Muskulatur sollte generell bekannt sein.

Themenfeld: Reizaufnahme und -beantwortung

Die Schülerinnen und Schüler können

- zwischen zentralem und peripherem Nervensystem unterscheiden,
 - am Beispiel eines Reflexes die Verschaltung von Nervenbahnen erläutern,
-

- an einem Beispiel das Zusammenspiel von Hormon- und Nervensystem über Hypophyse und Hypothalamus erläutern,
- exemplarisch die Umwandlung von Reizen in Erregung beschreiben und erläutern,
- die Wirkungsweise von Hormonen auf molekularer Ebene beschreiben,
- die Bedeutung von cAMP als second messenger erläutern.

Konkretisierung

Der Körper kann zwischen Signalen aus der Umwelt und Signalen aus dem Körper unterscheiden. Externe Signale, wie z.B. ein Geruch, werden vom peripheren Nervensystem verarbeitet. Anschließend werden die Impulse an das Zentrale Nervensystem übertragen und lösen dort eine Reaktion über efferente Nervenbahnen aus.

Die Aufnahme von Reizen verschiedener Qualität und Quantität erfolgt bei einem Großteil der Lebewesen mit Hilfe von Rezeptorzellen. Diese wandeln adäquate Reize in Erregung um, die vom Nervensystem verarbeitet werden kann. Das Nervensystem ist über den Hypothalamus mit dem Hormonsystem verknüpft.

- Nervensystem
Umwandlung von Reizen in Erregung durch Rezeptorzellen, Signaltransduktion in den Riechzellen auf molekularer Ebene, Kanalspezifität, Aufbau des Rückenmarks, neuronale Grundlagen von Reflexen, cAMP und Adenylatcyclase
- Hormonsystem
Überblick über das Hormonsystem, Hierarchie der Botenstoffe, Wirkungsweise von Hormonen auf molekularer Ebene (Peptid-/Steroidhormon)

Hinweise: Die Signaltransduktion in der Zelle zur Steuerung von Stoffwechselprozessen über die Aktivierung von Proteinkinasen, Enzymkaskaden oder Ionenkanäle soll bekannt sein, ebenso die Reizverarbeitung in den Riechsinneszellen. Es werden Grundkenntnisse zum Aufbau der menschlichen Nase vorausgesetzt.

Formelkenntnisse zu Hormonen werden nicht erwartet. Exemplarisch für die fördernde und hemmende Wirkung von Hormonen soll die Regulation der Schilddrüsenhormone bzw. der Schilddrüsenfunktion bekannt sein.

*Aus dem Themenbereich **Gene***

Themenfeld: Molekularbiologische Grundlagen

Die Schülerinnen und Schüler können

- Bau und Funktion der Nukleinsäuren der Zelle beschreiben,
- die Ermittlung einer DNA-Sequenz (PCR, Gelelektrophorese) beschreiben,
- die identische Replikation erläutern,
- die Verschlüsselung der genetischen Information durch den genetischen Code erklären,
- Mutationstypen anhand von Abweichungen in der DNA-Sequenz bestimmen,
- unterschiedliche Genmutationen (stumme, Missense-, Nonsense-Mutation) in ihrer Wirkung erläutern.

Konkretisierung

Die molekularen Grundlagen der Speicherung, Realisierung und Veränderung der Erbinformation sind in der Genetik von zentraler Bedeutung und bilden die Basis für das Verständnis der modernen Verfahren der angewandten Genetik. Genmutationen können Änderungen der Struktur und Funktion von Proteinen zur Folge haben.

- Vom Gen zum Merkmal
genetischer Code, Arbeiten mit der Code-Sonne, unterschiedliche Typen von Genmutationen (Punktmutation, Leseraster-Mutation)
- Methoden der Molekularbiologie
PCR, Gelelektrophorese

Hinweise: Kenntnisse über den Aufbau der Nukleinsäuren werden vorausgesetzt. Formelkenntnisse zur DNA und RNA sind nur soweit notwendig, dass die Leserichtung der Nukleinsäuren nachvollzogen werden kann (5'- und 3'-Ende). Proteine sollen modellhaft als räumliche Moleküle bekannt sein,

jedoch ohne Details der Raumstruktur sowie ohne Formelkenntnisse zu Aminosäuren und Proteinen. Kenntnisse von den grundlegenden Eigenschaften und Funktionsweisen der Enzyme werden in diesen Zusammenhängen vorausgesetzt, außerdem weitere allgemeine Kenntnisse über Funktionen von Proteinen.

Themenfeld: Zytologische Grundlagen

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Zellzyklus erklären,
- Chromosomen als Träger der Gene beschreiben,
- Rekombinationsvorgänge erklären.

Konkretisierung

Gene werden bei Eukaryoten mit den Chromosomen von den Eltern weitergegeben. Eine Voraussetzung hierfür ist die Reduktion des Chromosomensatzes in der Meiose. Im Rahmen des Zellzyklus spielen die Vorgänge während der Mitose eine wichtige Rolle. Die Interphase ist G1/S/G2 Phase unterteilt.

Genetische Vorgänge können auf der molekularen Ebene aber auch auf Ebene der Zellen und Chromosomen untersucht werden. Zytogenetische Vorgänge bilden die Grundlage zum Verständnis von Kreuzungen und Stammbaumanalysen. Rekombinationsvorgänge bei Meiose und Befruchtung erhöhen die genetische Variabilität und liefern dadurch einen wichtigen Beitrag zur Evolution der Arten. Abweichungen in der Chromosomenstruktur oder -zahl können schwerwiegende Folgen haben.

- Mitose
- Meiose
 - 1. und 2. Reifeteilung, Crossing-over
- Veränderungen der Chromosomen
 - Karyogramm des Menschen, Chromosomenmutation, Genommutation

Hinweise: Als Beispiele für die Genom- und Chromosomenmutation sind die freie Trisomie 21 und die Translokations-Trisomie 21 obligatorisch. Replikation muss im Rahmen des Zellzyklus bekannt sein. Kenntnisse auf molekularer Ebene werden nicht vorausgesetzt.

Themenfeld: Angewandte Genetik

Die Schülerinnen und Schüler können

- die dominant-rezessive Vererbung, die unvollständige Dominanz und x-chromosomale Vererbung erläutern,
- Familienstammbäume analysieren und die jeweils zugrunde liegende Vererbung auf der Allelebene erläutern.

Konkretisierung

Genetisch bedingte Merkmale werden nach bestimmten Regeln und Gesetzmäßigkeiten vererbt. Mithilfe von Stammbäumen werden das Auftreten und die Vererbung von Krankheiten und von genetisch bedingten Merkmalen in Familien dargestellt und analysiert.

- Klassische Genetik
 - MENDELSche Regeln, mono- und dihybride Kreuzung, verschiedene Typen von Erbgängen

Grundkurs

Ohne die Vorgaben des Bildungsplans einzuschränken, sollte der Unterricht folgende Schwerpunkte in besonderer Weise absichern:

*Aus dem Themenbereich **Ökofaktoren***

Themenfeld: Stoffaufbau im Ökosystem

Die Schülerinnen und Schüler können

- Zusammenhänge zwischen den Begriffen „Energie“ bzw. „Energieumwandlung“ und Fotosynthese darstellen,
 - die generelle Bedeutung der Fotosynthese für Ökosysteme darstellen.
-

Konkretisierung

Der Aufbau von energiereichen Stoffen durch die Fotosynthese der grünen Pflanzen ist einer der wichtigsten Prozesse in einem Ökosystem. Die bei der Umwandlung der Lichtenergie in chemische Energie aufgebauten Stoffe dienen den auto- und heterotrophen Lebewesen als Grundlage ihres Lebens. Der Zusammenhang von Fotosynthese und Zellatmung zeigt sich insbesondere in Bezug auf die Thematik „Energieumwandlung“ und „Energiefluss“.

Hinweis: Es werden nur Kenntnisse zur allgemeinen Bilanzgleichung und zur biologischen Bedeutung vorausgesetzt. Die Reproduktion von chemischen Details, wie z.B. Strukturformeln, wird nicht erwartet.

Themenfeld: Stoffabbau im Ökosystem

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Energie- und Stoffbilanz der Zellatmung erläutern,
- die Bedeutung des Stoffabbaus im Ökosystem darstellen,
- die Funktion der Destruenten / Reduzenten im Ökosystem beschreiben.

Konkretisierung

Der Abbau von energiereichen organischen Stoffen ist ein grundlegender Prozess im Ökosystem. Viele Lebewesen nutzen die Zellatmung zur Bereitstellung von Energie in Form von ATP für ihre Lebensprozesse. Für den Stoffabbau im Ökosystem sind die Destruenten von besonderer Bedeutung.

Hinweis: Es werden nur Kenntnisse zur allgemeinen Bilanzgleichung und zur biologischen Bedeutung vorausgesetzt. Die Reproduktion von chemischen Details, wie z.B. Strukturformeln, wird nicht erwartet.

Grundkenntnisse zu Enzymatik und Zellaufbau werden ebenfalls vorausgesetzt.

Themenfeld: Stoffkreisläufe

Die Schülerinnen und Schüler können

- exemplarisch den Aufbau eines Ökosystems erläutern,
- beispielhaft Nahrungskette und -netz in einem Ökosystem beschreiben,
- die Notwendigkeit der Vollständigkeit und Schließung von Stoffkreisläufen erläutern,
- unterschiedliche Trophiestufen in einer ökologischen Pyramide erläutern und den Trophiestufen Arten zuordnen,
- die Prinzipien des Energieflusses im Ökosystem erläutern,
- den Kohlenstoffkreislauf beschreiben und erläutern,
- den Zusammenhang zwischen Kohlenstoffkreislauf und anthropogenem Treibhauseffekt erläutern.

Konkretisierung

Ökosysteme sind mit Hilfe von Modellen darstellbar, in denen die kausalen Zusammenhänge deutlich werden. Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufe und Energiefluss sind wesentliche Bestandteile im Konzept des Ökosystems. Eingriffe des Menschen haben verschiedene, häufig negative Auswirkungen auf die Biozönose in einem Biotop.

- Konzept des Ökosystems
Funktionaler Aufbau eines Ökosystems, Nahrungskette und Nahrungsnetz, grundlegende Prinzipien von Stoffkreisläufen und Energiefluss, Prozesse des Kohlenstoffkreislaufs.

Hinweise: Die Kenntnisse zu diesem Themenfeld sollen exemplarisch an einem Ökosystem erarbeitet werden, Kenntnisse zu einem speziellen Ökosystem werden nicht vorausgesetzt.

- Nahrungsnetze und Energiefluss
Nahrungskette und Nahrungsnetz, grundlegende Prinzipien des Energieflusses, Brutto-/Nettoprimärproduktion.
- Stoffkreisläufe
Prozesse des Kohlenstoff- (an-/organisch gebundener Kohlenstoff)

Themenfeld: Ökofaktoren Temperatur und Wasser

Die Schülerinnen und Schüler können

- Toleranzkurven erstellen, mit Fachbegriffen beschreiben, den Kurvenverlauf begründen,
- die Folgen der globalen Temperaturerhöhung beschreiben und begründen (siehe auch Themenfeld Stoffkreisläufe).

Konkretisierung

Da das Leben an temperaturabhängige Prozesse gebunden ist, hängen Vorkommen und Aktivität der Tiere von der Umgebungstemperatur ab. Die Wirkung dieses und anderer abiotischer Faktoren auf Lebewesen lässt sich mit Hilfe von Toleranzkurven abbilden.

- Einfluss der Temperatur auf Tiere
Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel
- Toleranzkurven
Charakteristische Werte und Bereiche von Toleranzkurven, Stenökie und Euryökie, Minimumgesetz von LIEBIG

Themenfeld: Populationen als Ökofaktoren

Die Schülerinnen und Schüler können

- Wachstumskurven von Populationen beschreiben und interpretieren,
- die intra- und die interspezifische Konkurrenz voneinander unterscheiden,
- das Konkurrenzausschlussprinzip erläutern und anwenden,
- die ökologische Nische als System von Wechselwirkungen zwischen Organismus und Umwelt darstellen,
- einfache Räuber-Beute-Systeme analysieren und die vorliegenden Wechselbeziehungen mithilfe von Pfeildiagrammen darstellen,

Konkretisierung

Biotische Umweltfaktoren in Ökosystemen gehen von Lebewesen aus, wobei sich viele ökologische Vorgänge nur verstehen lassen, wenn man sie auf der Ebene der Populationen betrachtet. Das Wachstum von Populationen kann durch Wachstumskurven beschrieben werden. Die Lebewesen in einem Ökosystem stehen in vielfältigen Wechselbeziehungen zueinander, die sich modellhaft darstellen lassen. Im Zusammenhang mit der Konkurrenzvermeidung hat das Konzept der ökologischen Nische eine besondere Bedeutung.

- Wachstum einer Population
exponentielles/logistisches Wachstum, Regulation der Populationsgröße,
- Prinzipien des Zusammenlebens
Konkurrenz und Konkurrenzausschlussprinzip, Symbiose, Parasitismus, Räuber-Beute-Systeme

Hinweis: Mathematische Berechnungen zum Populationswachstum werden nicht vorausgesetzt.

Aus dem Themenbereich **Kommunikation**

Themenfeld: Grundlagen der Informationsverarbeitung

Die Schülerinnen und Schüler können

- die elektrochemischen Prozesse an der Membran einer Nervenzelle auf der Ebene der Ionen erklären und skizzieren,
- den Vorgang der Erregungsleitung modellhaft erklären.

Konkretisierung

Elektrochemische Prozesse an den Membranen der Nervenzellen sind die Basis für die Weiterleitung von Erregung in Lebewesen. Dabei sind der Bau der Biomembran und der selektive Ionentransport durch die Membran mit Hilfe von Kanälen und Ionenpumpen von großer Bedeutung. Membranpotenziale und Aktionspotentiale werden entlang der Zellmembran der Nervenzelle weitergeleitet.

- elektrochemische Prozesse an der Membran einer Nervenzelle
Bau der Nervenzelle, Entstehung und Weiterleitung von Membranpotentialen, Frequenz-/Amplitudencodierung

Hinweise: Wiederholung des Aufbaus der Biomembran (Flüssig-Mosaik-Modell) und der Vorgänge Diffusion, Osmose und aktiver Transport. Der Zusammenhang von Nervenimpulsen mit Lähmung und Krampf von Muskulatur sollte generell bekannt sein.

Themenfeld: Reizaufnahme und -beantwortung

Die Schülerinnen und Schüler können

- zwischen zentralem und peripherem Nervensystem unterscheiden,
- am Beispiel eines Reflexes die Verschaltung von Nervenbahnen erläutern,
- an einem Beispiel das Zusammenspiel von Hormon- und Nervensystem über Hypophyse und Hypothalamus erläutern,
- exemplarisch die Umwandlung von Reizen in Erregung beschreiben und erläutern.

Konkretisierung

Der Körper kann zwischen Signalen aus der Umwelt und Signalen aus dem Körper unterscheiden. Externe Signale werden vom peripheren Nervensystem verarbeitet. Anschließend werden die Impulse an das Zentrale Nervensystem übertragen und lösen dort eine Reaktion über efferente Nervenbahnen aus.

Die Aufnahme von Reizen verschiedener Qualität und Quantität erfolgt bei einem Großteil der Lebewesen mit Hilfe von Rezeptorzellen. Diese wandeln adäquate Reize in Erregung um, die vom Nervensystem verarbeitet werden kann. Das Nervensystem ist über den Hypothalamus mit dem Hormonsystem verknüpft.

- Nervensystem
Umwandlung von Reizen in Erregung durch Rezeptorzellen, Kanalspezifität, Aufbau des Rückenmarks, neuronale Grundlagen von Reflexen
- Hormonsystem
Überblick über das Hormonsystem, Hierarchie der Botenstoffe

Hinweise: Exemplarisch für die fördernde und hemmende Wirkung von Hormonen soll die Regulation der Schilddrüsenhormone bzw. der Schilddrüsenfunktion bekannt sein.

Aus dem Themenbereich Gene

Themenfeld: Molekularbiologische Grundlagen

Die Schülerinnen und Schüler können

- Bau und Funktion der Nukleinsäuren der Zelle beschreiben,
- die Ermittlung einer DNA-Sequenz (Gelelektrophorese) beschreiben,
- die Verschlüsselung der genetischen Information durch den genetischen Code erklären,
- Mutationstypen anhand von Abweichungen in der DNA-Sequenz bestimmen,
- unterschiedliche Genmutationen (stumme, Missense-, Nonsense-Mutation) in ihrer Wirkung erläutern.

Konkretisierung

Die molekularen Grundlagen der Speicherung, Realisierung und Veränderung der Erbinformation sind in der Genetik von zentraler Bedeutung und bilden die Basis für das Verständnis der modernen Verfahren der angewandten Genetik. Genmutationen können Änderungen der Struktur und Funktion von Proteinen zur Folge haben.

- Vom Gen zum Merkmal
genetischer Code, Arbeiten mit der Code-Sonne, unterschiedliche Typen von Genmutationen (Punktmutation, Leseraster-Mutation)
- Methoden der Molekularbiologie
Gelelektrophorese

Hinweise: Kenntnisse über den Aufbau der Nukleinsäuren werden vorausgesetzt. Formelkenntnisse zur DNA und RNA sind nur soweit notwendig, dass die Leserichtung der Nukleinsäuren nachvollzogen werden kann (5'- und 3'-Ende). Proteine sollen modellhaft als räumliche Moleküle bekannt sein, jedoch ohne Details der Raumstruktur sowie ohne Formelkenntnisse zu Aminosäuren und Proteinen. Kenntnisse von den grundlegenden Eigenschaften und Funktionsweisen der Enzyme werden in diesen Zusammenhängen vorausgesetzt, außerdem weitere allgemeine Kenntnisse über Funktionen von Proteinen.

Themenfeld: Zytologische Grundlagen

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Zellzyklus erklären,
- Chromosomen als Träger der Gene beschreiben,
- Rekombinationsvorgänge erklären.

Konkretisierung

Gene werden bei Eukaryoten mit den Chromosomen von den Eltern weitergegeben. Eine Voraussetzung hierfür ist die Reduktion des Chromosomensatzes in der Meiose. Im Rahmen des Zellzyklus spielen die Vorgänge während der Mitose eine wichtige Rolle. Die Interphase ist G1/S/G2 Phase unterteilt.

Genetische Vorgänge können auf der molekularen Ebene aber auch auf Ebene der Zellen und Chromosomen untersucht werden. Zytogenetische Vorgänge bilden die Grundlage zum Verständnis von Kreuzungen und Stammbaumanalysen. Rekombinationsvorgänge bei Meiose und Befruchtung erhöhen die genetische Variabilität und liefern dadurch einen wichtigen Beitrag zur Evolution der Arten. Abweichungen in der Chromosomenstruktur oder -zahl können schwerwiegende Folgen haben.

- Mitose
- Meiose
- Veränderungen der Chromosomen, Chromosomenmutation

Es werden nur Kenntnisse zu den (prinzipiellen) Vorgängen der Mitose und Meiose vorausgesetzt, sodass Grundkenntnisse für eine Stammbaumanalyse vorliegen.

Die Reproduktion von einzelnen Phasen sowie der molekularen Vorgänge werden nicht erwartet.

Hinweise: Replikation muss im Rahmen des Zellzyklus bekannt sein. Kenntnisse auf molekularer Ebene werden nicht vorausgesetzt.

Themenfeld: Angewandte Genetik

Die Schülerinnen und Schüler können

- die dominant-rezessive Vererbung, die unvollständige Dominanz und x-chromosomale Vererbung erläutern,
- Familienstammbäume analysieren und die jeweils zugrunde liegende Vererbung auf der Allelebene erläutern.

Konkretisierung

Genetisch bedingte Merkmale werden nach bestimmten Regeln und Gesetzmäßigkeiten vererbt. Mithilfe von Stammbäumen werden das Auftreten und die Vererbung von Krankheiten und von genetisch bedingten Merkmalen in Familien dargestellt und analysiert.

- Klassische Genetik
MENDELSche Regeln, mono- und dihybride Kreuzung, verschiedene Typen von Erbgängen
-

Chemie

Die Fachlehrerin / der Fachlehrer erhält **vier** Aufgaben, die sich auf die beiden Schwerpunktthemen beziehen.

Der Fachprüfungsausschuss wählt **drei** Aufgaben zur Bearbeitung aus.

Die Schülerin / der Schüler

- erhält **drei** Aufgaben und bearbeitet diese,
- ist verpflichtet, die Vollständigkeit der vorgelegten Aufgaben vor Bearbeitungsbeginn zu überprüfen (Anzahl der Blätter, Anlagen, ...).

Aufgabenarten: Material gebundene Aufgaben: Erläutern, Auswerten, Interpretieren und Bewerten von fachspezifischem Material (Texte, Abbildungen, Tabellen, Messwerte, Graphen, ...)

Bearbeitungszeit: Leistungskurs 240 Minuten
Grundkurs 180 Minuten

Hilfsmittel: Rechtschreiblexikon, Periodensystem der Elemente (als Bestandteil des Aufgabenvorschlages), Taschenrechner

Grundlage der schriftlichen Abiturprüfung ist der geltende Bildungsplan aus dem Jahr 2008, die Aufgabenrichtlinien (ARI) aus dem Jahre 2015 sowie die folgenden curricularen Konkretisierungen und Schwerpunktsetzungen. Die im schriftlichen Abitur vorgelegten Aufgaben beziehen sich auf zwei Schwerpunktthemen. Für die Schwerpunktthemen ist jeweils eine Unterrichtszeit von etwa zwei Dritteln eines Halbjahres vorgesehen.

Schwerpunktthemen

I Kohlenhydrate (Themenbereich 7),

Aminosäuren, Peptide, Proteine (Themenbereich 8)

II Energetik (Themenbereich 4)

Leistungskurs

Schwerpunktthema I:

Kohlenhydrate (Themenbereich 7)

Kohlenhydrate haben eine zentrale Bedeutung als wichtiger Nahrungsbestandteil, Energieträger und Gerüststoff. Sie sind darüber hinaus die Basis für zahlreiche industrielle Produkte. Anhand der Stoffklasse der Kohlenhydrate können zentrale Begriffe, Reaktionen und Prinzipien der Organischen Chemie vermittelt werden.

Die Schülerinnen und Schüler können:

- die Entstehung der Kohlenhydrate in Organismen und die Bedeutung der Kohlenhydrate als Rohstoffe für industrielle Produkte und zur Energiebereitstellung beschreiben,
- die Strukturen der Mono- und Disaccharide anhand der funktionellen Gruppen und Bindungen erklären und hieraus die Eigenschaften dieser Verbindungen ableiten,
- die Strukturen und Eigenschaften von Polysacchariden erklären und vergleichen.
- mit Hilfe von Nachweisreaktionen Kohlenhydrate auf ihre reduzierende bzw. nicht reduzierende Wirkung überprüfen.
- ausgewählte Aspekte der Stereochemie auf den Bereich Kohlenhydrate anwenden.

Verbindliche Vertiefungen:

- Treibstoffe aus Kohlenhydraten (z.B. Bioethanol, BTL-Kraftstoff, ökonomische und ökologische Bewertung)
- Süßstoffe und Zuckeraustauschstoffe im Vergleich zu Zuckern (z.B. Sorbit, Xylit, Stevia, Cyclamat, Saccharin, Aspartam, Süßkraft, Bewertung von Nutzen und Risiken)
- Strukturchemie der Kohlenhydrate (Stereochemie der Kohlenhydrate, Ringstruktur, Mutarotation)

- Biotechnologisch relevante Kohlenhydrate (z.B. Cyclodextrine, Kohlenhydratklebstoffe, Polymere auf Kohlenhydratbasis)
- Kohlenhydrate im globalen Kohlenstoffkreislauf (Auf- und Abbau von Kohlenhydraten durch Organismen, Kohlenhydrate als Kohlenstoffspeicher, Klimawandel)

Sachinhalte:

Mono-, Di- und Polysaccharide, Aldosen und Ketosen, Zuckerstammbaum, Fischer-Projektion, Haworth-Projektion, Konformationsschreibweise, chirales Zentrum, Enantiomer, Diastereomer, glykosidische Bindung, Nachweisreaktionen der Kohlenhydrate

Aminosäuren, Peptide, Proteine (Themenbereich 8)

Aminosäuren sind die Bausteine des Lebens, sie sind in allen Organismen enthalten. Die unerschöpfliche Vielfalt der Proteine lässt sich dabei auf eine überschaubare Anzahl von Aminosäuren zurückführen.

Die Schülerinnen und Schüler können

- Strukturen und Eigenschaften der biogenen Aminosäuren sowie ausgewählter Polypeptide und Proteine darstellen,
- Bedeutung und Vorkommen ausgewählter Aminosäuren, Polypeptide und Proteine beschreiben,
- Nachweisverfahren für Aminosäuren durchführen und erklären
- ausgewählte Aspekte der Stereochemie auf den Bereich der Aminosäuren, Peptide und Proteine anwenden.

Verbindliche Vertiefungen

- Enzyme (Struktur-Wirkungsprinzip, Substrat- und Reaktionsspezifität, chemische Interaktion zwischen Enzym und Substrat)
- Strukturgebende Proteine, z.B. Faserproteine
- Untersuchung von Aminosäurelösungen, Titration von Aminosäurelösungen, isoelektrischer Punkt, elektrophoretische oder dünnschichtchromatische Trennverfahren
- Grundlagen der Stereochemie und Polarimetrie
- Nachweisverfahren Biuret-Probe, Ninhydrin-Nachweis und Xanthoprotein-Reaktion

Sachinhalte:

Aminosäuren und Proteine, Peptidbindung, Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur, Denaturierung, Zwitterion, Chiralität und optische Aktivität, D- und L-Form, R- und S-Benennung nach Cahn-Ingold-Prelog, Nachweisverfahren

Schwerpunktthema II

Energetik (Themenbereich 4)

Bei chemischen Reaktionen findet oft ein Energieaustausch mit der Umgebung statt. In diesem Schwerpunktthema soll die Energieänderung bei chemischen Reaktionen experimentell ermittelt bzw. errechnet werden. Hierbei spielen die Grundlagen der Thermodynamik eine wesentliche Rolle. Durch die Einführung der Entropie wird das Energiekonzept erweitert. Mittels der Gibbs Helmholtz Gleichung können Vorhersagen über die Freiwilligkeit einer Reaktion getroffen werden. Aktuelle globale Probleme, wie der Treibhauseffekt können durch die Grundlagen dieses Schwerpunktthemas wissenschaftlich betrachtet werden.

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Gesetzmäßigkeiten von Enthalpieänderungen erklären.
- Reaktions- und Bildungsenthalpien berechnen.
- Die Bedeutung der Hauptsätze der Thermodynamik darstellen

Verbindliche Vertiefungen:

- Experimentelle Ermittlung von Enthalpien (Kalorimetrie, z. B. Verbrennungsenthalpien)
 - Energetische Betrachtung verschiedener Brennstoffe (Verbrennungsenthalpien fossiler und nachwachsender Brennstoffe, ökologisch-ökonomische Bewertung verschiedener Energieträger)
-

- Betrachtung energetischer Aspekte anhand von Lebensmitteln (Brennwerte und Energiegehalt von z.B. fetthaltigen und kohlenhydratreichen Lebensmitteln, kritische Diskussion verschiedener Lebensmittel, z.B. von Light-Produkten)

Sachinhalte:

innere Energie, offene, geschlossene und isolierte Systeme, Hauptsätze der Thermodynamik, Satz von Hess, Reaktionsenthalpie, Bildungsenthalpie, Bindungsenthalpie, Kalorimeter

Grundkurs

Schwerpunktthema I

Kohlenhydrate (Themenbereich 7)

Kohlenhydrate haben eine zentrale Bedeutung als wichtiger Nahrungsbestandteil, Energieträger und Gerüststoff. Sie sind darüber hinaus die Basis für zahlreiche industrielle Produkte. Anhand der Stoffklasse der Kohlenhydrate können zentrale Begriffe, Reaktionen und Prinzipien der Organischen Chemie vermittelt werden.

Die Schülerinnen und Schüler können:

- die Entstehung der Kohlenhydrate in Organismen und die Bedeutung der Kohlenhydrate als Rohstoffe für industrielle Produkte und zur Energiebereitstellung beschreiben,
- die Strukturen der Mono- und Disaccharide anhand der funktionellen Gruppen und Bindungen erklären und hieraus die Eigenschaften dieser Verbindungen ableiten,
- die Strukturen und Eigenschaften von Polysacchariden erklären und vergleichen.
- mit Hilfe von Nachweisreaktionen Kohlenhydrate auf ihre reduzierende bzw. nicht reduzierende Wirkung überprüfen.
- ausgewählte Aspekte der Stereochemie auf den Bereich Kohlenhydrate anwenden.

Verbindliche Vertiefungen:

- Treibstoffe aus Kohlenhydraten (z.B. Bioethanol, BTL-Kraftstoff, ökonomische und ökologische Bewertung)
- Süßstoffe und Zuckeraustauschstoffe im Vergleich zu Zuckern (z.B. Sorbit, Xylit, Stevia, Cyclamat, Saccharin, Aspartam, Süßkraft, Bewertung von Nutzen und Risiken)
- Strukturchemie der Kohlenhydrate (Stereochemie der Kohlenhydrate, Ringstruktur, Mutarotation)
- Biotechnologisch relevante Kohlenhydrate (z.B. Cyclodextrine, Kohlenhydratklebstoffe, Polymere auf Kohlenhydratbasis)
- Kohlenhydrate im globalen Kohlenstoffkreislauf (Auf- und Abbau von Kohlenhydraten durch Organismen, Kohlenhydrate als Kohlenstoffspeicher, Klimawandel)

Sachinhalte:

Mono-, Di- und Polysaccharide, Aldosen und Ketosen, Zuckerstammbaum, Fischer-Projektion, Haworth-Projektion, chirales Zentrum, Enantiomer, Diastereomer, glykosidische Bindung, Nachweisreaktionen der Kohlenhydrate

Aminosäuren, Peptide, Proteine (Themenbereich 8)

Aminosäuren sind die Bausteine des Lebens, sie sind in allen Organismen enthalten. Die unerschöpfliche Vielfalt der Proteine lässt sich dabei auf eine überschaubare Anzahl von Aminosäuren zurückführen.

Die Schülerinnen und Schüler können

- Strukturen und Eigenschaften der biogenen Aminosäuren sowie ausgewählter Polypeptide und Proteine darstellen,
- Bedeutung und Vorkommen ausgewählter Aminosäuren, Polypeptide und Proteine beschreiben,
- Nachweisverfahren für Aminosäuren durchführen und erklären
- ausgewählte Aspekte der Stereochemie auf den Bereich der Aminosäuren, Peptide und Proteine anwenden.

Verbindliche Vertiefungen

- Enzyme (Struktur-Wirkungsprinzip, Substrat- und Reaktionsspezifität, chemische Interaktion zwischen Enzym und Substrat)
- Strukturgebende Proteine, z.B. Faserproteine
- Untersuchung von Aminosäurelösungen, Titration von Aminosäurelösungen, isoelektrischer Punkt, elektrophoretische oder dünnschichtchromatische Trennverfahren
- Grundlagen der Stereochemie und Polarimetrie
- Nachweisverfahren Biuret-Probe, Ninhydrin-Nachweis und Xanthoprotein-Reaktion

Sachinhalte:

Aminosäuren und Proteine, Peptidbindung, Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur, Denaturierung, Zwitterion, Chiralität und optische Aktivität, D- und L-Form, Nachweisverfahren

Schwerpunktthema II**Energetik (Themenbereich 4)**

Bei chemischen Reaktionen findet oft ein Energieaustausch mit der Umgebung statt. In diesem Schwerpunktthema soll die Energieänderung bei chemischen Reaktionen experimentell ermittelt bzw. errechnet werden. Hierbei spielen die Grundlagen der Thermodynamik eine wesentliche Rolle. Aktuelle globale Probleme, wie der Treibhauseffekt können durch die Grundlagen dieses Schwerpunktthemas wissenschaftlich betrachtet werden.

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Gesetzmäßigkeiten von Enthalpieänderungen erklären.
- Reaktions- und Bildungsenthalpien berechnen.
- Die Bedeutung der Hauptsätze der Thermodynamik darstellen

Verbindliche Vertiefungen:

- Experimentelle Ermittlung von Enthalpien (Kalorimetrie, z. B. Verbrennungsenthalpien)
- Energetische Betrachtung verschiedener Brennstoffe (Verbrennungsenthalpien fossiler und nachwachsender Brennstoffe, ökologisch-ökonomische Bewertung verschiedener Energieträger)
- Betrachtung energetischer Aspekte anhand von Lebensmitteln (Brennwerte und Energiegehalt von z.B. fetthaltigen und kohlenhydratreichen Lebensmitteln, kritische Diskussion verschiedener Lebensmittel, z.B. von Light-Produkten)

Sachinhalte:

innere Energie, offene, geschlossene und isolierte Systeme, Hauptsätze der Thermodynamik, Satz von Hess, Reaktionsenthalpie, Bildungsenthalpie, Bindungsenthalpie, Kalorimeter

Physik

Die Fachlehrerin / der Fachlehrer erhält **drei** Aufgaben, die sich auf die Schwerpunktthemen beziehen. Der Fachprüfungsausschuss wählt **zwei** Aufgaben zur Bearbeitung aus.

Die Schülerin / der Schüler

- erhält **zwei** Aufgaben und bearbeitet diese,
- ist verpflichtet, die Vollständigkeit der vorgelegten Aufgaben vor Bearbeitungsbeginn zu überprüfen (Anzahl der Blätter, Anlagen, ...).

Aufgabenarten: Material gebundene Aufgaben: Erläutern, Auswerten, Interpretieren und Bewerten von fachspezifischem Material (Texte, Abbildungen, Tabellen, Messwerte, Graphen, Simulationen, ...)

Bearbeitungszeit: Leistungskurs 240 Minuten
Grundkurs 180 Minuten

Hilfsmittel: Rechtschreiblexikon, Formelsammlung, Taschenrechner

Grundlagen der schriftlichen Abiturprüfung sind der Bildungsplan Physik für die Qualifikationsphase der Gymnasialen Oberstufe sowie die folgenden drei Schwerpunktthemen. Für die Bearbeitung der Schwerpunktthemen ist in zwei Halbjahren eine Unterrichtszeit von jeweils etwa zwei Dritteln des Halbjahres vorgesehen.

Leistungskurs

Ohne die Vorgaben des Bildungsplans einzuschränken, sollte der Unterricht folgende Schwerpunkte in besonderer Weise absichern:

Thema I Akustik

Harmonisch-periodische Bewegungsabläufe finden sich in vielen Teildisziplinen der Physik und sind auch im Alltag von Bedeutung. In diesem Schwerpunktthema werden Schallwellen als Beispiel für solche Bewegungsabläufe betrachtet.

KB Mechanische Schwingungen

- Grundphänomene periodischer Bewegungsabläufe
- Beschreibende Größen Amplitude, Frequenz, Periodendauer, Elongation
- Bewegungsgleichung und Bewegungsgesetze des harmonischen Oszillators
- Grundphänomene der erzwungenen Schwingung, Dämpfung und Resonanz
- Stehende Wellen

EB Mechanische Wellen

- Beschreibende Größen harmonischer Wellen
- Longitudinal-, Transversalwellen
- Energietransport durch Wellen
- Stehende Wellen als Überlagerung fortschreitender Wellen
- Stehende Wellen in Musikinstrumenten, Obertöne
- Dopplereffekt

EB Akustik

- Schallwellen (inklusive Beugung und Interferenz)
- Resonanzerscheinungen
- Frequenzspektren (z.B. Ton, Klang, Geräusch; Dreiklang)
- Schallintensität, Lautstärke
- Schallwahrnehmung, Lärm und Lärmschutz (unter Einschluss gesellschaftlicher Bezüge)

Thema II Felder, Induktion und Energieversorgung

Ein grundlegendes Modell in der Physik (Felder) soll in diesem Schwerpunktthema anhand von elektrischen und magnetischen Feldern behandelt werden. Außerdem bildet Induktion als Grundlage der Gewinnung elektrischer Energie einen weiteren Schwerpunkt.

KB Magnetisches Feld

- Magnetische Feldstärke

- Feldbeschreibende Größe **B**
- Magnetische Felder spezieller Anordnungen
- Lorentzkraft
- Halleffekt
- Bewegung geladener Teilchen im magnetischen Feld (Grundphänomen)

KB Elektrisches Feld

- Grundphänomene (Influenz und Polarisation)
- Elektrische Feldstärke
- Feldbeschreibende Größe **E**
- Homogene und inhomogene elektrische Felder
- Coulombkraft
- Kondensator, Energie im elektrischen Feld
- Elektrische Spannung

EB Induktion

- Induktionsgesetz und eine exemplarische Anwendung
- Induktivität einer langen Spule
- Selbstinduktion
- Energie des Magnetfeldes

Thema III: Teilchenphysik

In diesem Schwerpunktthema sollen einige Experimente rund um die schwache Wechselwirkung und den β -Zerfall betrachtet werden. Die Anwendung des Energie- und des Impulserhaltungssatzes auf den Betazerfall führte zur Annahme eines weiteren Elementarteilchens, dem Neutrino.

KB Struktur der Materie

- Die Suche nach den kleinsten Bausteinen
- Kernmasse, Kernradius, Proton, Neutron
- Paarbildung und Paarvernichtung
- Der Teilchenzoo – drei Klassen von Teilchen und Antiteilchen
- Nukleonen aus Quarks zusammengesetzt

EB Bewegung von Teilchen in Feldern

- Magnetische Feldstärke **B**
- Lorentzkraft
- Bewegung geladener Teilchen im magnetischen Feld

EB Teilchenphysik

- Der β -Zerfall
- Das β -Spektrum
- Neutrinos und Antineutrinos
- Relativistische Effekte bei hohen Energien
- Energiebilanz bei Kernreaktionen

Grundkurs

Ohne die Vorgaben des Bildungsplans einzuschränken, sollte der Unterricht folgende Schwerpunkte in besonderer Weise absichern:

Thema I: Akustik

Harmonisch-periodische Bewegungsabläufe finden sich in vielen Teildisziplinen der Physik und sind auch im Alltag von Bedeutung. In diesem Schwerpunktthema werden Schallwellen als Beispiel für solche Bewegungsabläufe betrachtet.

KB Mechanische Schwingungen

- Grundphänomene periodischer Bewegungsabläufe
 - Beschreibende Größen Amplitude, Frequenz, Periodendauer, Elongation
 - Bewegungsgleichung und Bewegungsgesetze des harmonischen Oszillators
 - Grundphänomene der erzwungenen Schwingung, Dämpfung und Resonanz
-

- Stehende Wellen

EB Mechanische Wellen

- Beschreibende Größen harmonischer Wellen
- Longitudinal-, Transversalwellen
- Stehende Wellen als Überlagerung fortschreitender Wellen
- Stehende Wellen in Musikinstrumenten, Obertöne

EB Akustik

- Schallwellen (inklusive Beugung und Interferenz)
- Schallintensität, Lautstärke
- Schallwahrnehmung, Lärm und Lärmschutz (unter Einschluss gesellschaftlicher Bezüge)

Thema II: Felder, Induktion und Energieversorgung

Ein grundlegendes Modell in der Physik (Felder) soll in diesem Schwerpunktthema anhand von elektrischen und magnetischen Feldern behandelt werden. Außerdem bildet Induktion als Grundlage der Gewinnung elektrischer Energie einen weiteren Schwerpunkt.

KB Grundlagen elektrischer und magnetischer Felder

- Elektrische Feldstärke, feldbeschreibende Größe **E**
- Homogene und inhomogene elektrische Felder
- Magnetische Feldstärke, feldbeschreibende Größe **B**
- Lorentzkraft

EB Induktion

- Induktionsgesetz und eine exemplarische Anwendung
- Induktivität einer langen Spule
- Selbstinduktion
- Energie des Magnetfeldes

Thema III: Radioaktivität

Die von den Atomkernen ausgehende radioaktive Strahlung wurde 1896 von Henri Becquerel entdeckt. Die Untersuchung der radioaktiven Strahlung steht im Zentrum dieses Schwerpunktthemas.

KB Struktur der Materie

- Die Suche nach den kleinsten Bausteinen
- Kernmasse, Kernradius, Proton, Neutron
- Der Teilchenzoo – drei Klassen von Teilchen und Antiteilchen
- Nukleonen aus Quarks zusammengesetzt

EB Radioaktivität

- Arten des radioaktiven Zerfalles
- Beschreibende Größen für ionisierende Strahlung
- Zerfallsgesetz
- Abschirmung von radioaktiver Strahlung
- Kernumwandlungen
- Energiebilanz von Kernreaktionen