

Ziele Jahrgangsstufen 11/12 – Leistungskurs

Auseinandersetzen mit physikalischen und astronomischen Sachverhalten in verschiedenen Lebensbereichen

Die Schüler verfügen über Wissen zu physikalischen Erscheinungen, Begriffen und Gesetzen im Kontext der klassischen Physik. Darüber hinaus lernen sie Grundaussagen der modernen Physik im Bereich Quantenphysik, Atomphysik und Kernphysik kennen und gewinnen Einblick in die Relativitätstheorie. Sie kennen allgemeine Strukturen der Physik. Dieses ermöglicht ihnen, komplexe Themen und Aufgaben zu verstehen und ihr Wissen auf andere Bereiche der Lebenswelt zu übertragen.

Die Schüler erfassen die Bedeutung der physikalischen Idealisierung in Begriffen und Gesetzen und entwickeln ein vertieftes Verständnis für folgende physikalische Konzepte:

- Zustands- und Prozessgrößen,
- Erhaltungsprinzipien,
- mikrophysikalische Betrachtungen,
- quantenphysikalische Betrachtungen.

Anwenden physikalischer Denk- und Arbeitsweisen

Die Schüler beherrschen das experimentelle Bearbeiten komplexer Aufgaben. Beim Erfassen, Dokumentieren und Auswerten von Messwerten beziehen sie moderne Rechen- und Messtechnik ein. Dabei ist ihnen die Notwendigkeit elektrischer Messgrößenwandlungen bewusst. Die Schüler kennen und klassifizieren Messunsicherheiten und beurteilen deren Einfluss auf das Messergebnis. Dabei beherrschen sie das Einbeziehen quantitativer Betrachtungen.

Die Schüler wenden beim Lösen physikalischer Aufgaben sowohl analytische als auch grafische Lösungsverfahren an, wobei sie gezielt moderne Rechentechnik einsetzen. Sie nutzen die Infinitesimalrechnung, um physikalische Sachverhalte in der Mechanik und in der Elektrodynamik realitätsnah zu beschreiben. Durch das Arbeiten mit Regressionsfunktionen wird das Auseinandersetzen mit Messergebnissen unterstützt. Darüber hinaus wenden sie numerische Kleinschrittverfahren für das Modellieren und Simulieren physikalischer Sachverhalte an.

Beim konkreten Wahrnehmen und Idealisieren setzen sich die Schüler mit Modellannahmen auseinander. Sie kennen sowohl gegenständliche als auch mathematische Modelle und nutzen diese, um physikalische Aussagen abzuleiten. Am Beispiel des Lichts vertiefen die Schüler die Möglichkeit und Notwendigkeit der Arbeit mit mehreren Modellen zu einem Sachverhalt. Bei der Beschreibung des idealen Gases verstehen die Schüler, wie mit Hilfe des Teilchenmodells quantitative Aussagen über phänomenologische Größen der Thermodynamik erarbeitet werden.

Entwickeln von Strategien zur Bearbeitung physikalischer Aufgaben und Problemstellungen

Die Schüler interpretieren Gleichungen und Diagramme selbstständig und können ausgewählte qualitative und quantitative Aussagen deduktiv ableiten. Sie erkennen die Struktur von Analogieschlüssen und beurteilen deren Zulässigkeit.

Die Schüler bearbeiten komplexe Aufgabenstellungen und erkennen notwendige Zusammenhänge selbstständig. Sie nutzen verschiedene Lösungsstrategien und können durch deren Vergleich ihre Effizienz beurteilen.

Die Schüler erkennen Probleme in komplexen Zusammenhängen und können diese kreativ und zielstrebig lösen. Die Schüler überprüfen ihre gefundene Lösung an der Problemstellung und beurteilen deren Qualität.

Die Schüler sind in der Lage, selbstständig und eigenverantwortlich zu lernen. Sie nutzen beim Lernen bewusst Strukturen und Algorithmen, können Sachverhalte analysieren und verwenden die Systematisierung als wichtiges Arbeitsmittel. Sie konzentrieren sich auf wesentliche Zusammenhänge und organisieren die Kontrolle des verstehenden Lernens selbstständig.

Nutzen der Fachsprache sowie fachspezifischer Darstellungen

Die Schüler beherrschen die Grundlagen der Fachsprache einschließlich des physikalischen Begriffs-, Größen- und Einheitensystems. Größen geben sie mit sinnvoller Genauigkeit an.

Die Schüler lernen das Argumentieren in Bezug auf komplexe Inhalte und unter Abwägung einer differenzierten Sicht der Gründe. Sie können komplexe Vorgänge und Erscheinungen mit Hilfe der Fachsprache beschreiben und erklären. Die Schüler entwickeln ihre selbstständige Argumentationsfähigkeit und positionieren sich zu komplexen Fragen der Naturwissenschaft und Technik in der Gesellschaft.

Die Schüler lernen selbstständig und effizient Mitschriften anzufertigen sowie mit klassischen und modernen Medien zu arbeiten. Sie sind in der Lage, ihr Wissen bei Vorträgen und im Rahmen von schriftlichen Dokumentationen zeitgemäß zu präsentieren.

Leisten eines Beitrages zur Entwicklung eines eigenen Weltbildes

Die Schüler erkennen, dass mit den physikalisch-technischen Anwendungen der Physik des 20. Jahrhunderts die Frage nach der Stellung und Verantwortung der Wissenschaft eine zentrale Bedeutung erlangt hat. Sie lernen, dass durch den finanziellen und materiellen Aufwand beim Umsetzen der physikalisch-technischen Möglichkeiten und durch die Gefahr möglicher Störungen eine kritische und verantwortungsbewusste Haltung jedes einzelnen Menschen sowie der Gesellschaft insgesamt notwendig wird. Die Schüler lernen, auch im Sinne einer beruflichen Orientierung, ihren Platz als Konsument und Mitgestalter physikalisch-technischer Anwendungen zu bestimmen.

Die Schüler reflektieren in ausgewählten Bereichen die wissenschaftliche Bedeutung und Stellung von physikalischen Größen und Gesetzen in der Physik. Durch den Einblick in chaotische Systeme und durch die Auseinandersetzung mit der Quantenphysik sowie nichtklassischen Vorstellungen von Zeit und Raum erkennen sie Möglichkeiten und Grenzen der Vorausberechenbarkeit der materiellen Welt und lernen ihr menschliches Vorstellungsvermögen auf wissenschaftlicher Grundlage zu beurteilen.

Jahrgangsstufe 11 – Leistungskurs

Lernbereich 1: Erhaltungssätze und ihre Anwendungen

20 Ustd.

Einblick gewinnen in die Entwicklung der Mechanik zum grundlegenden Teilgebiet der gesamten Physik

klassische Mechanik

Anwenden des Energieerhaltungssatzes auf Bewegungsvorgänge

- Existenzformen mechanischer Energie
- abgeschlossene Systeme
- Energieumwandlungen

Kennen der physikalischen Größe mechanische Arbeit

- $W = \Delta E$
- $W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$
- grafische Ermittlung

Übertragen der Kenntnisse auf die Quantifizierung der Existenzformen der mechanischen Energie

Herleitung der Gleichungen: $E_{\text{kin}} = \frac{m}{2} \cdot v^2$;

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h; E_{\text{sp}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$$

Kennen der physikalischen Erscheinung Reibung

- Energieentwertung durch Reibung
- Reibungsarbeit $W_R = F_R \cdot s$
- Reibungszahlen $\mu = \frac{F_R}{F_N}$
- Luftreibung $F_{R;\text{Luft}} = \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$

Kennen des Begriffs Wirkungsgrad eines mechanischen Systems

- mechanische Leistung als Geschwindigkeit der Energieübertragung $P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$; $P = F \cdot v$
- $\eta = \frac{P_{\text{nutz}}}{P_{\text{aufg}}}$

Anwenden des Impulserhaltungssatzes auf eindimensionale Probleme

- $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$
- zentrale unelastische und zentrale elastische Stöße

historischer Überblick, der die Bedeutung der Mechanik als „vorstellbare Physik“ und damit als Grundlage für Modellvorstellungen hervorhebt
erste Theorien der Bewegungslehre

Leistungen und Grenzen

potentielle Energie der Lage, Spannenergie, Bewegungsenergie der Translation und der Rotation

innere Energie

qualitative Energiebilanzen

Arbeit als die mit Kraft über die Systemgrenze übertragene Energie

Anwenden des Energieerhaltungssatzes auf mechanische Systeme

⇒ Methodenbewusstsein

Zunahme der inneren Energie des Systems

Haft- und Gleitreibung
Sicherheit im Straßenverkehr

⇒ Werteorientierung

Fahrphysik: Höchstgeschwindigkeit radgetriebener Fahrzeuge

Größenordnungen bei praktischen Sachverhalten

Zweikörperprobleme
Vorzeichen

Massepunkte auf gleicher Wirkungslinie

- Kraftstoß $\Delta p = F \cdot \Delta t$

Problemlösen durch komplexes Anwenden von Energie- und Impulserhaltungssatz

Verkehrsphysik, Sport, ballistisches Pendel

Lernbereich 2: Kinematik geradliniger Bewegungen

12 Ustd.

Anwenden der experimentellen Verfahren zur kinematischen Untersuchung vielfältiger Bewegungen

- rechnergestütztes Erfassen und Auswerten von Messwerten
- Klassifikation durch Interpretation von Messreihen
 - grafische Deutung von Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit
 - Gewinnen der $v(t)$ - und $a(t)$ -Diagramme;
 $v(t) = \frac{ds}{dt}$, $a(t) = \frac{dv}{dt}$ und die Umkehrung durch grafische bzw. rechnergestützte numerische Integration

Übertragen der Kenntnisse auf verschiedene Bewegungsarten

- gleichförmige Bewegung
 $s(t) = v \cdot t + s_0$
- gleichmäßig beschleunigte Bewegung
 $s(t) = \frac{a}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$; $v(t) = a \cdot t + v_0$
- ungleichmäßig beschleunigte Bewegung
- verschiedene Lösungsstrategien

verschiedene Messverfahren: z. B. Stoppuhr, Lichtschranke, Ultraschallsonde

⇒ Methodenbewusstsein

gleichförmige, gleichmäßig- und ungleichmäßig beschleunigte Bewegung

Differenzen- und Differenzialquotient

→ MA, Gk 11, LB 1

→ MA, Lk 11, LB 1

Einsatz GTR oder Computer

realitätsnahe Überholvorgänge; Treffpunkte bzw. Trefforte (aufeinander zu bzw. zeitversetzt vom gleichen Ort oder von verschiedenen Orten aus mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten bzw. Bewegungsarten)

freier Fall als Spezialfall; Fallturm

Raketenstart; Fallbewegungen in Luft

Nutzung von Gleichungen unter Kenntnis derer Gültigkeitsbedingungen
 Nutzung von grafischen Darstellungen
 systematisches Probieren

Lernbereich 3: Newton'sche Gesetze und deren Anwendungen

8 Ustd.

Anwenden der drei Newton'schen Gesetze auf vielfältige Beispiele aus dem Alltag

- Beschreiben der Wechselwirkungen zwischen einem mechanischen System und seiner Umgebung durch Kräfte
 - vektorielle Addition und Zerlegung von Kräften
 - Kräfte an der geeigneten Ebene

Zusammenhang zwischen gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Entwicklung
 Beitrag Newtons zur Entstehung eines modernen astronomischen Weltbildes

- Trägheitsgesetz - Grundgesetz der Mechanik $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m \cdot \vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ - Wechselwirkungsgesetz $\vec{F}_A = -\vec{F}_B$	Beschleunigungssensoren, Airbagsensoren ortsabhängige Gewichtskraft; $\vec{F} = m \cdot \vec{g}$ grafische Deutung im $p(t)$-Diagramm → MA, Gk 11, LB 2 System und Umgebung; Unterscheidung zwischen Gleichgewichts- und Wechselwirkungskräften
--	--

Lernbereich 4: Modellbildung und Simulation

8 Ustd.

Kennen der Möglichkeit der Bildung von Modellen zur numerischen Beschreibung und zur Vorhersage des Verhaltens dynamischer Systeme - gleichungsorientierte Modellbildung unter Nutzung der Arbeitsumgebung auf dem Computer - Modellbildungssystem oder Tabellenkalkulation · physikalische Beschreibung von ein-dimensionalen Bewegungen · Umsetzung in einen Algorithmus · grafische Auswertung - Simulation · Variation von Parametern · Vergleich mit eigenen Prognosen und dem Realexperiment · Grenzen	geradlinige Bewegungen Kugel fällt in Luft ⇒ Methodenbewusstsein Zustandsgrößen, Änderungsraten, Einflussgrößen System von Differenzen- und Funktionsgleichungen Ziele der Simulation: Experimentieren auf der Modellebene, Erklärung, Prognose, Entscheidung Unterscheidung von zufälligen und deterministischen sowie von diskreten und kontinuierlichen Einflüssen
--	--

Lernbereich 5: Krummlinige Bewegungen

10 Ustd.

Anwenden des erworbenen Wissens auf die dynamische Betrachtung von krummlinigen Bewegungen - Radialkraft $F_r = \frac{m \cdot v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r$ - Kreisbewegung Bahngeschwindigkeit $v = \omega \cdot r$ Kennen der Möglichkeit, Wurfbewegungen analytisch zu untersuchen - Superposition - Bewegungsgleichungen für a, v und s in Parameterform $s_x(t) = v_0 \cdot t \cdot \cos \alpha$ $s_y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha + s_{0y}$	Kurvenüberhöhungen, Loopingbahn Klassifizierung der Wurfarten Nutzung des Parametermodus zur Untersuchung
---	--

Übertragen der Kenntnisse auf die Untersuchung vielfältiger Sachverhalte

Simulation von Wurf- und Kreisbewegungen

Bahnkurven im Sport: Wurfsporarten, Sprungsporarten

Realbedingungen

Bahnkurven im Sport unter Beachtung des Luftwiderstands (keine Superposition)

Lernbereich 6: Einblick in die Relativitätstheorie

8 Ustd.

Kennen der Postulate und grundlegender Aussagen der Speziellen Relativitätstheorie

- klassisches Relativitätsprinzip
- Michelson-Experiment
- Relativitätsprinzip
- Relativität der Gleichzeitigkeit
- Zeitdilatation
- Längenkontraktion
- Relativität der Masse
- Äquivalenz von Masse und Energie
 $E = m \cdot c^2$

Einblick gewinnen in ausgewählte Aussagen der Allgemeinen Relativitätstheorie

Satellitennavigationssysteme

Begriff Inertialsystem; Galilei-Transformation

Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit

Experimente mit bewegten Atomuhren

Myonenzerfall, Raumzeit

klassische Mechanik als Sonderfall der Speziellen Relativitätstheorie

Gravitation und gekrümmte Raumzeit; Experimente mit Atomuhren; schwarze Löcher im Kosmos; Theorie des Urknalls

→ RE/e, Lk 12, LB 2

Lernbereich 7: Elektrisches Feld

14 Ustd.

Kennen der elektrischen Ladung als wesentliche Eigenschaft der Materie

- Eigenschaften ruhender Ladungen,
Coulomb'sches Gesetz $F = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{q \cdot Q}{r^2}$
- elektrischer Strom als gerichtete Bewegung von Ladungen, Stromstärke $I = \frac{dQ}{dt}$

Kennen der Faraday'schen Nahwirkungstheorie zur Beschreibung der Umgebung elektrischer Ladungen

- Darstellung und Eigenschaften elektrischer Felder
- elektrische Feldstärke $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q}$

Einblick gewinnen in Energieumwandlungen im homogenen elektrischen Feld

Arbeit an geladenen Körpern im Feld

$$\Delta E_{\text{el}} = W ; W = Q \cdot E \cdot s$$

Faradays Feldidee

Feldlinienbilder, Influenz, Polarisation
Faraday'scher Käfig; Gewitter

Die Änderung der potentiellen Energie des Systems Körper-Feld ist nur von Anfangs- und Endpunkt abhängig.

Anwenden der Kenntnisse auf die Untersuchung spezieller Felder - homogenes Feld $E = \frac{U}{d}$ - radiales Feld Kennen der Möglichkeit, durch Kondensatoren Ladungen und Energie zu speichern - Kapazität $C = \frac{Q}{U}$ - SE: Entladekurve - Modellbildung und Simulation der Kondensatorentladung - Isolatoren im elektrischen Feld - Kapazität des Plattenkondensators $C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{d}$ - Energiezufuhr während des Aufladevorgangs $E_{\text{el}} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$	Plattenkondensator verschiedene Bauformen rechnergestütztes Experimentieren Vergleich von Realexperiment und Modell Dielektrikum ε_r ; qualitative Diskussion
--	---

Lernbereich 8: Magnetisches Feld

10 Ustd.

Einblick gewinnen in die Entwicklung des Wissens über Magnetismus und dessen Anwendung - Eigenschaften der Permanentmagnete - Magnetismus in der Umgebung bewegter Ladungen Übertragen der Kenntnisse über physikalische Felder auf die Beschreibung der Umgebung von Permanentmagneten und stromdurchflossenen Leitern - magnetisches Feld - Darstellung und Eigenschaften magnetischer Felder - magnetische Flussdichte $\vec{B}$; $B = \frac{F}{I \cdot \ell}$ - Innenraum einer langen, schlanken Spule $B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N \cdot I}{\ell}$ - Materie im Magnetfeld μ_r	Erdmagnetfeld, Magnetisierung, Elementarmagnete, Kräfte gerader Leiter, Spule, Elektronenstrahl Beispiele für Flussdichten ℓ ist die effektive Leiterlänge Winkelabhängigkeit experimentelle Bestimmung von μ_0 Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen ε_r und μ_r
--	---

Lernbereich 9: Geladene Teilchen in Feldern

12 Ustd.

Einblick gewinnen in die Geschichte der experimentellen Bestimmung fundamentaler Naturkonstanten

Millikan-Versuch

Übertragen der Kenntnisse zur kinematisch-dynamischen Betrachtung von Bewegungsvorgängen bzw. deren Untersuchung mit Hilfe von Erhaltungssätzen

- geladene Teilchen im homogenen Magnetfeld
 - Lorentzkraft auf freie Ladungen

$$\vec{F}_L = Q \cdot \vec{v} \cdot B \cdot \sin \alpha$$
 - Kreisbahnen $r = \frac{v_s}{B \cdot \frac{Q}{m}}$
- geladene Teilchen im homogenen elektrischen Feld
 - Beschleunigung im Längsfeld

$$Q \cdot U = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2; \text{ Einheit } 1\text{eV}$$
 - Ablenkung im Querfeld
- geladene Teilchen im Einfluss beider Felder
 - spezifische Ladung des Elektrons $\frac{e}{m}$
 - Hall-Effekt $B = \frac{n \cdot e \cdot d}{I} \cdot U_H$
 - Geschwindigkeitsfilter

Sich positionieren zum Verhältnis von Aufwand und Nutzen technischer Anwendungen

- Prinzip eines Linear- oder Zirkularbeschleunigers
- Prinzip des Massenspektrometers

Elementarladung e

Polarlichter
magnetische Linse
Elektronenmikroskop

Fokussierung von Elektronenstrahlen

Lorentzkraft als Radialkraft
 v_s ... senkrechte Komponente der Geschwindigkeit

qualitative Diskussionen zu inhomogenen Feldern

Braun'sche Röhre

Analogie zu Wurfbewegungen

Linearmotor, Zyklotron DESY
Herstellung von Radiopharmaka

Lernbereich 10: Elektromagnetische Induktion

15 Ustd.

Kennen des Induktionsgesetzes

- Betrag der Induktionsspannung durch zeitliche Änderung der wirksamen Fläche

$$U_{\text{ind}} = N \cdot B \cdot \frac{dA}{dt}; A = A_0 \cdot \cos \varphi$$
- Betrag der Induktionsspannung durch zeitliche Änderung der magnetischen Flussdichte

$$U_{\text{ind}} = N \cdot A \cdot \frac{dB}{dt}$$
- Induktionsgesetz $U_{\text{ind}} = N \cdot \frac{d\Phi}{dt}$
 magnetischer Fluss $\Phi = B \cdot A$

→ Kl. 9, LB 2

Generatorprinzip

Transformatorprinzip

vereinfachte Betrachtung ohne Vorzeichen

Anwenden des Energieerhaltungssatzes auf Induktionsvorgänge - Lenz'sches Gesetz; $U_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt}$ - Induktionsspannung und Lorentzkraft $U_{\text{ind}} = B \cdot v_s \cdot \ell$ - Selbstinduktion als induktive Rückwirkung auf den eigenen Stromkreis · experimentelle Befunde, rechnergestütztes Experimentieren · Herleitung $U = -L \cdot \frac{dI}{dt}; L = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N^2 \cdot A}{\ell}$ · Modellbildung und Simulation des Einschaltvorgangs einer Spule im Gleichstromkreis - Energiespeicherung im Magnetfeld lange, stromdurchflossene Spule $E = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$	Unmöglichkeit eines Perpetuum mobile Wirbelströme: Induktionsherd, Hometrainer, Free-Fall-Tower Induktion durch Leiterbewegung Drei-Finger-Regel $I(t)$ – und $U(t)$ – Diagramme Ausschaltvorgang einer Spule im Gleichstromkreis
--	--

Lernbereich 11: Physikalisches Praktikum

13 Ustd.

Problemlösen durch Experimentieren - Aufgaben aus Mechanik und Elektrizitätslehre - rechnergestütztes Auswerten von Messwerten - Entwickeln von Versuchsanordnungen und Planen von Versuchsabläufen Kennen des Einflusses von Messunsicherheiten - Unterscheiden von systematischen und zufälligen Fehlern - qualitative und quantitative Diskussion	⇒ Problemlösestrategien Experimente zu beschleunigter Bewegung, Wurfbewegungen, Stoßvorgängen; Entladung eines Kondensators; Verhalten von Spulen beim Ein- und Ausschalten bzw. im Wechselstromkreis; Kennlinie von Bauelementen (je nach Wahlthema) Addition der absoluten Fehler bei Summen und Differenzen bzw. Addition der relativen Fehler bei Produkten und Quotienten
---	---

Wahlpflicht 1: Physik des Fahrens

10 Ustd.

Einblick gewinnen in Probleme des Straßenverkehrs sowie in die Hauptursachen für Unfälle	Recherche bzw. Diskussion mit Fahrschule oder Verkehrspolizei; Faustformeln ⇒ Wertorientierung
---	--

Anwenden der Kenntnisse zu Modellbildung und Simulation auf Bewegungsprobleme bei Beteiligung von mindestens drei Fahrzeugen Kennen der Probleme bei der Übertragung der Antriebskraft des Motors auf die Unterlage - Anfahren und Bremsen - Kurvenfahrten · Vergleich des Fahrverhaltens von heck- und frontgetriebenen Fahrzeugen · Schienenfahrzeuge Kennen der Wirkprinzipien elektronischer Fahr- sicherheitssysteme und Beurteilen ihrer Möglich- keiten	Überholvorgänge mit Gegenverkehr und Beschleunigungsphasen Autos und Eisenbahn $a_{\max} = g$ Kurvenüberhöhung, Kurvenradius Airbag, Antiblockiersystem (ABS) Antischlupfregelung (ASR) elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP)
--	--

Wahlpflicht 2: Leitungsvorgänge in Halbleitern 10 Ustd.

Einblick gewinnen in die Grundlagen der Leitungsvorgänge in Halbleitern - Erklärung der elektrischen Leitungsvorgänge · Bandaufspaltung im Festkörper · Eigenleitung, n- und p-Leitung - Vorgänge im pn-Übergang im Bändermodell - SE: Halbleiterdiode Beurteilen der Möglichkeiten des Einsatzes von Bipolar- und Unipolartransistor - npn-Bipolartransistor und MOSFET · Wirkprinzipien · Kennlinien - Schaltungsbeispiele	Energiebänder, Bandlücken reine und dotierte Halbleiter Sperr- und Durchlasspolung Prinzip des Addierers mit FET Reglungsschaltungen mit FET
---	--

Wahlpflicht 3: Messen und Modellieren 10 Ustd.

Kennen der Möglichkeit, Messreihen mit Modellen zu vergleichen - Erfassen und Auswerten von Messreihen mit Hilfe der Videoanalyse - computergestütztes Erfassen und Auswer- ten von Messreihen mit Hilfe von Mess- schnittstellen - Bewegung in Feldern	Nutzen geeigneter Software Beschleunigen von Fahrzeugen, Fallbewegungen, reale Wurfbahnen, Beschleunigung beim Bogen- schießen, teilelastische Stoßvorgänge Bewegungen auf der Luftkissenbahn mit Luftwiderstand (Luftballon), dynamische Auftriebskraft am Tragflügel, Bewegungsabläufe beim Sport Bewegungen im Gravitationsfeld, Ellipsen- bahnen, spiralförmige Bewegung von Ladungs- trägern im Magnetfeld
--	---