

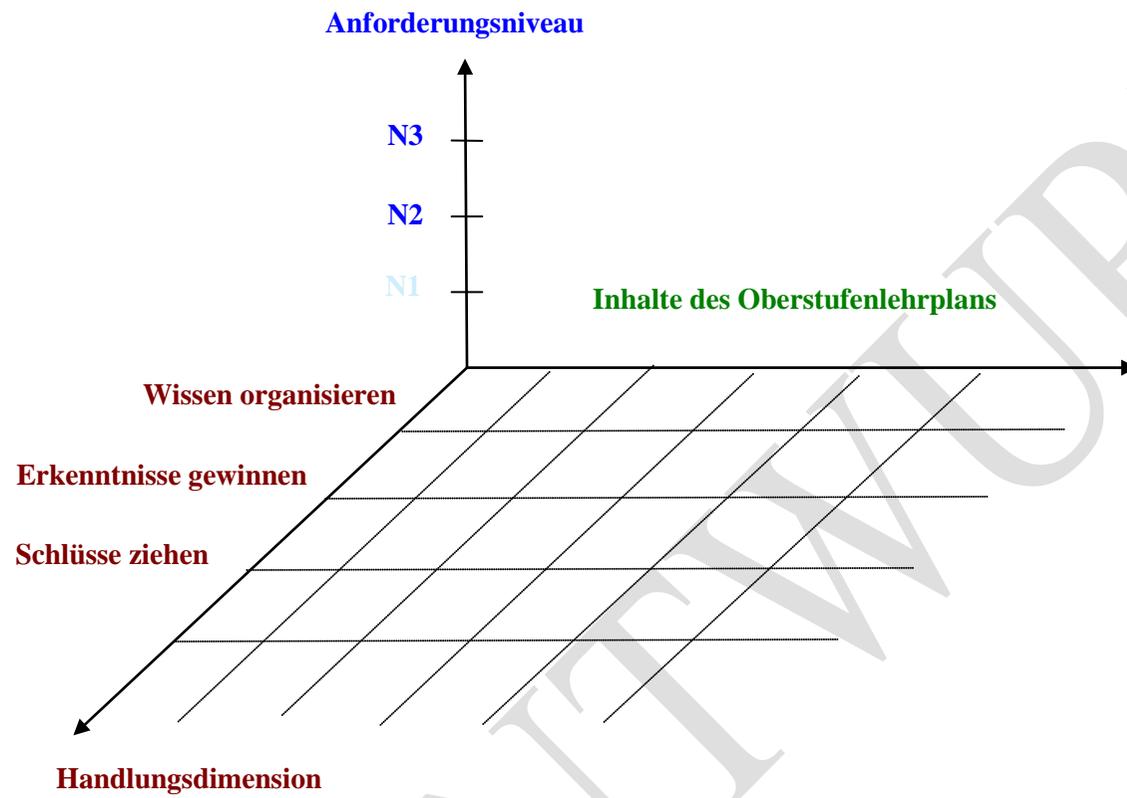
Semestrierung und Kompetenzkatalog Oberstufe Physik AHS

Martin Hopf, Ronald Binder, Lothar Bodingbauer, Claudia Haagen-Schützenhöfer, Susanne Neumann, Robert Pitzl-Reinbacher, Erich Reichel, Engelbert Stütz
Endversion

Das Kompetenzmodell des Oberstufenunterrichts wurde bereits im Leitfaden für die mündliche Matura festgelegt und wird hier erneut dargestellt. Es baut auf dem Kompetenzmodell für die Bildungsstandards Naturwissenschaften für die 8. Schulstufe auf und dient als Grundlage der Semestrierung und der Kompetenzkataloge für die Oberstufe.

Kompetenzmodell

Die moderne Gesellschaft ist auf Menschen angewiesen, die in naturwissenschaftlichen Fragen kompetent handeln. Ein wichtiger Beitrag zu physikalischer Bildung wird im Unterricht geleistet. Schülerinnen und Schüler werden zum naturwissenschaftlich kompetenten Handeln jedoch durch ihr aktuell vorhandenes aktives Wissen und Können befähigt und nicht durch die im Unterricht abgearbeiteten Inhalte. Deshalb soll im modernen Physikunterricht nicht wie bisher das Abarbeiten von Themenkatalogen (Lehrzielen) im Vordergrund stehen („Inputorientierung“), sondern vielmehr die Lernergebnisse, also die Fähigkeiten und Fertigkeiten, die erworben wurden und aktiv zur Verfügung stehen („Outputsteuerung“). Gemeint ist damit festzulegen, welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler zu einem gewissen Zeitpunkt erworben haben sollen. Üblicherweise werden solche Kompetenzkataloge mit Hilfe von mehrdimensionalen Kompetenzmodellen dargestellt. Das im Folgenden beschriebene Kompetenzmodell ist für die Oberstufe an den Allgemeinbildenden Höheren Schulen als einerseits inhaltlich passend, andererseits auch als pragmatisch handhabbar anzusehen. Es umfasst dabei das Kompetenzmodell, das den Bildungsstandards Naturwissenschaften für die 8. Schulstufe zugrunde liegt und ergänzt dieses noch um oberstufenspezifische Aspekte. Gleichzeitig umfasst es die Kriterien für Kompetenzorientierung der vorliegenden Handreichung und konkretisiert die Lernzielorientierung für die Physik. Für die Konzeption von Physikunterricht, der auf die Kompetenzorientierung von Jugendlichen abzielt sowie die Überprüfung im Rahmen von kompetenzorientierten Maturaaufgaben ist daher das folgende Kompetenzmodell zu verwenden:



Durch das Kompetenzmodell wird auf drei Aspekte von Physikunterricht Bezug genommen. Die inhaltliche Dimension wird dabei durch den Lehrplan der Oberstufe beschrieben, das Anforderungsniveau ergibt sich u.a. durch die gesetzliche Definition der Beurteilungsstufen (Noten) (§18 SchuG und §14 LBVO). Zudem werden im Kompetenzmodell klarer als bisher im Lehrplan unterschiedliche Handlungskompetenzen definiert, die die Jugendlichen im Physikunterricht der Oberstufe erwerben sollen. Dafür werden im Wesentlichen drei Bereiche, nämlich „Wissen organisieren“, „Erkenntnisse gewinnen“ sowie „ Schlüsse ziehen“ formuliert:

W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren

E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

Als hilfreiche Unterscheidung hat sich dabei folgende Lesart erwiesen:

W Innerphysikalisches Fachwissen

E Der Prozess, in dem physikalisches Fachwissen generiert wird, also z.B. durch Experimentieren

S Über innerphysikalische Zusammenhänge hinausgehende Aspekte.

Diese Strukturierung der Handlungsdimension liegt für naturwissenschaftliche Gegenstände nahe; entsprechend ist sie auch im gemeinsamen Kompetenzmodell Naturwissenschaften für die Unterstufe enthalten und wurde für die Oberstufe weiter entwickelt. So wurde insbesondere die Kompetenz im Umgang mit Modellen aufgenommen, die im Oberstufenunterricht besonders zum Tragen kommen.

Im Detail wird vom Physikunterricht der Oberstufe erwartet, dass er Schülerinnen und Schüler ermöglicht, folgende Handlungskompetenzen zu entwickeln:

- Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik beschreiben und benennen.
- aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen.
- Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Bild, Grafik, Tabelle, Diagramm, formale Zusammenhänge, Modelle ...) darstellen, erläutern und adressatengerecht kommunizieren.
- die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt erfassen und beschreiben.
- zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen und/oder Messungen durchführen und diese beschreiben.
- zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen.
- zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren.
- Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen), interpretieren und durch Modelle abbilden.
- Daten, Fakten, Modelle und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen.
- Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich, für die Gesellschaft und global erkennen, um verantwortungsbewusst handeln zu können.
- die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder erfassen, um diese Kenntnis bei der Wahl meines weiteren Bildungsweges verwenden zu können.
- fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden.

Die Formulierung der Anforderungsniveaus wurde ebenfalls aus dem Kompetenzmodell für die Unterstufe übernommen; wichtig ist aber, dass für den Unterricht in der Oberstufe und insbesondere für Prüfungen im Rahmen der Matura sich die Leistungen über dem Anforderungsniveau I

bewegen müssen, um mit Genügend bewertet werden zu können. Zur Begriffsklärung schlagen wir folgende Einordnung vor. Das Niveau I ist deshalb grau dargestellt, da es nicht das reguläre Niveau des Oberstufenunterrichts darstellt.

N 1 Anforderungsniveau I (reproduzierendes Handeln)

Ausgehend von stark angeleitetem, geführtem Arbeiten Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik mit einfacher Sprache beschreiben, mit einfachen Mitteln untersuchen und alltagsweltlich bewerten.

N 2 Anforderungsniveau II (Kombination aus reproduzierendem und selbständigem Handeln)

Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung der Fachsprache und der im Unterricht behandelten Gesetze, Modelle, Größen, Einheiten etc. beschreiben, untersuchen und bewerten können.

N 3 Anforderungsniveau III (weitgehend selbständiges Handeln)

Verbindungen zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen herstellen und naturwissenschaftliche Konzepte nutzen können.

Modul 6.1

Kompetenzbereiche	Kompetenzen	Beispiele für mögliche Inhalte
Größenordnungen im Mikro- und Makrokosmos kennen und unsere Stellung im Universum einschätzen können	W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Den Aufbau eines Atoms beschreiben und die jeweiligen Größenunterschiede im Vergleich zu Alltagsgrößen angeben. • Aus einem Artikel Informationen über den zeitlichen Ablauf eines Fluges zum Mars entnehmen. • Eine Möglichkeit zur Bestimmung des Umfangs der Erde erläutern. • Die Grenzen des „Moore’schen Gesetzes“ physikalisch beschreiben.
	E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> • Mit einer Aufnahme eines Raster-Tunnel-Mikroskops inkl. Maßstab die Größen eines Atoms abschätzen. • Anhand einer Tabelle der physikalischen Dichte von Objekten (Atomkern bis Roter Riese) Vermutungen über den Aufbau der Objekte aufstellen. • Anhand einer Zerfallskurve eines radioaktiven Isotops die Halbwertszeit bestimmen und das Ergebnis interpretieren.
	S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Die in der Homöopathie verwendeten Potenzen naturwissenschaftlich bewerten und Schlüsse daraus ziehen. • Bedeutung und Chancen des Kernforschungszentrums CERN erkennen. • Zukunft der Nanotechnologie für verschiedene Berufsfelder erläutern. • Beim Einfluss des Mondes auf die Erde und den Menschen naturwissenschaftliche von nicht naturwissenschaftlicher Argumentation unterscheiden.
Mit Hilfe der Bewegungslehre (Relativität von Ruhe und Bewegung, Bewegungsänderung: Energieumsatz und Kräfte, geradlinige und kreisförmige Bewegung, Impuls und Drehimpuls, Modell der eindimensionalen harmonischen Schwingung) Verständnis für Vorgänge, beispielsweise im Verkehrsgeschehen oder bei den Planetenbewegungen, entwickeln (RG: Aufbau auf den in der 5. Klasse erworbenen Kompetenzen)	W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Das Unabhängigkeitsprinzip anhand von selbst gewählten Beispielen beschreiben. • Aus einem Artikel Informationen über den Anhalteweg eines Fahrzeuges entnehmen. • Mit einer Simulation vorgegebene Bewegungsvorgänge eines Objektes darstellen und erklären. • Die Auswirkungen von Reibungskräften im Alltag beschreiben. • Anhand der Länge der 4 Jahreszeiten Aussagen über die Umlaufbahn der Erde um die Sonne formulieren.

	<p>E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Schwingung eines Federpendels beobachten, Parameter verändern und diese Veränderungen beschreiben. • Eine Hypothese aufstellen, wie sich das Leben auf der Erde verändern würde, wenn die Schwerkraft nur mehr halb so groß wäre. • Mit unterschiedlich schweren Münzen Stoßvorgänge durchführen und die Ergebnisse protokollieren und interpretieren. • Eine digitale Aufzeichnung einer Schwingung einer Stimmgabel interpretieren und durch ein Modell abbilden.
	<p>S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Den Energieerhaltungssatz zur Beurteilung eines Perpetuum Mobiles 1. Art verwenden und dessen Auswirkung auf die Gesellschaft beurteilen. • Fachlich korrekt argumentieren, ob die Venus zu Recht als „Abend- bzw. Morgenstern“ bezeichnet wird. • Die Bedeutung der Physik bei Verkehrsunfällen diskutieren.
<p>An Hand von Grundeigenschaften mechanischer Wellen Verständnis für Vorgänge, beispielsweise aus Akustik oder Seismik, entwickeln und als Mittel für Energie- und Informationsübertragung verstehen.</p>	<p>W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die unterschiedlichen Eigenschaften von longitudinaler und transversaler Welle anhand von Erdbebenwellen beschreiben. • Aus einem Fachartikel Informationen über die Funktion und Wirkung eines „Ultraschall-Abschreckungsgerätes gegen Jugendliche“ entnehmen. • Den Hörbereich des Menschen mittels eines Frequenz-Schallpegel-Diagramms erläutern. • Die Auswirkung des Doppler-Effektes für einen Überschallflug beschreiben.
	<p>E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Ausbreitung von Wasserwellen beobachten und in einem passenden Modell beschreiben. • Vermutungen aufstellen und begründen, warum kein Erdbeben über 10 Magnituden auf der Richterskala zu erwarten ist. • Ein Experiment zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit mit Hilfe von stehenden Wellen planen und durchführen. • Digitale Aufnahmen von Tönen, Klängen und Geräuschen ordnen, vergleichen und Abhängigkeiten feststellen.
	<p>S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Einen Artikel über die Ausbreitung eines Tsunamis aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen. • Bedeutung, Chancen und Risiken von Ultraschalluntersuchungen in der Medizin beurteilen. • Die Sinnhaftigkeit des filmischen Einsatzes eines Knalls bei Kollisionen innerhalb und außerhalb eines Raumschiffes in einem Science-Fiction-Film erörtern.

Modul 6.2

Kompetenzbereiche	Kompetenzen	Beispiele für mögliche Inhalte
<p>Im Rahmen der Wärmelehre Zustände und Zustandsänderungen der Materie mit Hilfe des Teilchenkonzepts erklären können.</p>	<p>W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Hauptsätze der Wärmelehre anhand von Beispielen darstellen. • Frostschutzberechnung: Recherchieren, warum Obst bei drohendem Frost mit Wasser besprüht wird. • Die Entstehung von Regen erläutern. • Auswirkung des Schmelzens von Polareis und Eis in Permafrostböden im Kontext des menschengemachten Klimawandels darstellen.
	<p>E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Temperaturkurve beim Schmelzen von Eis herausfinden. • Eine Hypothese darüber aufstellen, wie künstlicher Schnee produziert wird • Experimentieren und Vermutungen anstellen: Warum friert heißer Tee im Winter draußen schneller als lauwärmer Tee? • Mit einer Simulation die Zustandsänderungen im Teilchenkonzept beobachten und beschreiben.
	<p>S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Im Outdoor-Markt recherchieren: Was kostet „1 Grad im Schlafsack“? Die Frage und den physikalischen Hintergrund kritisch bewerten. • Recherchieren und physikalisch fundiert erörtern: Warum wird es auf der Erde wärmer? Wie beeinflussen die Auswirkungen dieser Erwärmung mein Leben? • Eine Klimaforscherin oder einen Klimaforscher portraitieren. • Texte aus Wikipedia und anderen Quellen über Fell und Haut eines Eisbären physikalisch fundiert kritisch bewerten.
<p>Den nachhaltigen Umgang mit Energie beherrschen und bei angestrebter größerer Erklärungstiefe die Bedeutung der thermodynamischen Hauptsätze verstehen.</p>	<p>W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Das Konzept „Wirkungsgrad“ in Energieumwandlungsprozessen erkennen und beschreiben. • Erläutern, was unter „Nachhaltigkeit“ in Zusammenhang mit Energie verstanden wird. • Bestehende Energie- und Stoff-Kreisläufe analysieren und darstellen.
	<p>E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lichtstärke der Sonne bei unterschiedlichen Himmelsbedingungen messen und die Daten interpretieren. • Eine Hypothese aufstellen und untersuchen: Kann der Wind hinter einem Windrad still stehen? • Ladegeräte mit Solarzellen: Die Ladezeit und die Energiespeichermenge eines Akkus experimentell bestimmen.

	S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Die Verwendung des Begriffs der Nachhaltigkeit im Zusammenhang mit Elektrorädern diskutieren. • Nachhaltigkeit im Vergleich zu anderen Konzepten als erstrebenswertes Lebenskonzept darstellen. • Vor- und Nachteile des Einsatzes von Halogen- LED- und Energiesparlampen diskutieren und physikalisch fundiert bewerten.
Grundlagen der Elektrizitätslehre (einfacher Stromkreis, Spannung, Strom, elektrischer Widerstand, elektrische Energie und Umgang mit elektrischen Messgeräten) anwenden. (RG: Aufbau auf den in der 5. Klasse erworbenen Kompetenzen)	W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Die Grundkonzepte der Elektrizität klar unterscheiden und fachlich korrekt erklären. • Das Typenschild eines Motors erklären. • Wissen, inwiefern Elektrizität lebensgefährlich sein kann.
	E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> • Kennlinien ausmessen und interpretieren (Draht, Halogenlampe, LED, Metallfilmwiderstand, ...) • Ein Multimeter richtig bedienen können. • Die Wirkungsweise einfacher logischer Schaltungen erfassen und experimentell darstellen.
	S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Vorteile von Wechselstrom oder Gleichstrom zur Versorgung mit elektrischer Energie über weite Strecken darstellen. • Recherchieren und die gefundenen Informationen bewerten: Warum ist es günstig, bei Stromausfällen ganze Stadt- oder Landesteile abzuschalten? • Den Elektrotechniker und Erfinder Nikola Tesla forschungshistorisch portraituren und seine Situation mit dem heutigen Erfinder- bzw. Forschungsalltag vergleichen. • Die Energieversorgung vor 1000 / 200 / 100 / 50 Jahren und heute analysieren.
Mechanische Wellen als Mittel für Energie- und Informationsübertragung verstehen.	W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Den Unterschied zwischen Schwingungen und Wellen im Hinblick auf die Anwendung zur Informationsübertragung beschreiben. • Erklären, wie durch Schall Energie übertragen wird.
	E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> • Den akustischen Dopplereffekt experimentell aufzeichnen und analysieren. • Einen Versuch planen und dokumentieren, bei dem Informationen über eine Strecke von 100 Metern übertragen werden.
	S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Argumentieren, warum die weltweite Messung von seismischen Wellen auch politische Bedeutung hat. • Die Bedeutung von Ultraschall in der Medizin diskutieren.

Modul 7.1

Kompetenzbereiche	Kompetenzen	Beispiele für mögliche Inhalte
Einblicke in die Theorieentwicklung und das Weltbild der modernen Physik gewinnen und die Vorläufigkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse verstehen	W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Die Änderungen in der Theorie der Mechanik von Aristoteles bis Einstein beschreiben. • Die unterschiedlichen Atommodelle anhand von bildlichen Darstellungen erläutern.
	E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben, durch welche experimentellen Beobachtungen der Atomkern gefunden wurde • Ein Experiment planen und durchführen, das die Wellennatur des Lichtes zu erklären hilft. • An Ergebnissen des Doppelspaltversuchs zeigen, wie diese sowohl als Wellen- oder auch als Teilchenphänomen interpretiert werden können.
	S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Chancen und Risiken bewerten, die durch wissenschaftliche Erkenntnisse zu Tage treten können. • Unser derzeit gültiges Weltbild mit anderen Vorstellungen, z.B. der Flachwelttheorie vergleichen. • An Hand von ausgewählten Beispielen (z.B. Esoterik) physikalisch unkorrekte Formulierungen zeigen. • Die Auswirkungen der Kenntnisse zur modernen Physik auf die Annehmlichkeiten unseres täglichen Lebens beschreiben.
Licht als Überträger von Energie begreifen	W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Technische Anwendungen des Lichtes beschreiben. • Datenblätter unterschiedlicher Leuchtmittel vergleichen, auch mit der Sonne • Den Unterschied zwischen Photonenenergie und Beleuchtungsstärke beschreiben. • Anwendungen des Lasers nennen.
	E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> • Mit Hilfe eines Fettfleckphotometers die Lichtstärke unterschiedlicher Lichtquellen vermessen und die Ergebnisse vergleichen. Ein Experiment zur Vermessung der Solarkonstante planen und es durchführen. • Daten der Variation der Solarkonstante über ihren Tages- bzw. Jahresverlauf analysieren und ihre Veränderungen interpretieren.
	S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Datenblätter unterschiedlicher Lichtquellen hinsichtlich eines sinnvollen Einsatzes bewerten. • Die Bedeutung moderner Leuchtmittel in Hinsicht auf Chancen und Risiken bewerten. • Moderne Berufsfelder beschreiben, die sich mit neuen Lichtquellen oder Laser befassen.
Über den Mechanismus der Absorption und Emission die Grundzüge der modernen Atomphysik (Spektren, Energieniveaus, Modell der	W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Absorption und Emission und die entsprechenden Spektren beschreiben. • Die Fraunhofer'schen Linien in kontinuierlichen Spektren erklären. • Absorptions- und Emissionsspektren unterschiedlicher Substanzen beschreiben. • Absorption und Emission mit Hilfe eines passenden Modells (z.B. Atommodell, Termschema) darstellen.

Atomhülle, Heisenberg'sche Unschärferelation, Beugung und Interferenz von Quanten, statistische Deutung) verstehen	E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> • Das Sonnenlicht und das einer Spektrallampe durch ein geeignetes Spektrometer beobachten und die entsprechenden Spektren beschreiben und interpretieren. • Ein Experiment zur Spektralanalyse durchführen. • Ein Experiment zur Feststellung der atomaren Zusammensetzung eines Materials planen. • Aus vorgegebenen Spektren die Wellenlängen des entsprechenden Lichtes ermitteln.
	S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Schlüsse aus Sternspektren über die Zusammensetzung und Bewegung der Sterne ziehen. • Die grundlegende Bedeutung der Rotverschiebung von Spektrallinien für unser Weltbild beschreiben. • Die Bedeutung der Spektralanalyse in der Biologie recherchieren.
Verständnis für Paradigmenwechsel an Beispielen aus der Quantenphysik oder des Problemkreises Ordnung und Chaos entwickeln	W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Das deterministische Chaos beschreiben. • Das Materiewellenkonzept von de Broglie beschreiben. • Fachspezifische Informationen über Atommodelle aus einschlägigen Animationen (z.B. PhET) erklären. • Deutungen der Quantenmechanik erläutern. • Chaotische Vorgänge in der Natur beschreiben.
	E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> • Chaotische Vorgänge (z.B. Wasserströmungen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten, Chaos-Pendel, Wolkenphänomene) beobachten und beschreiben. • Ein geeignetes Experiment planen, das den Photoeffekt erklärt. • Das Gedankenexperiment zu Schrödingers Katze als Modell der Messbarkeit quantenmechanischer Ergebnisse interpretieren.
	S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Die Bedeutung des dualen Konzeptes -Teilchen oder Materiewelle - für die Anwendung in der Nanowissenschaft zeigen. • Die Bedeutung des Photoeffekts für die Begründung eines atomistischen Weltbildes diskutieren. • Die Bedeutung der Quantenmechanik für das Berufsfeld Mikroelektronik diskutieren.

Modul 7.2

Kompetenzbereiche	Kompetenzen	Beispiele für mögliche Inhalte
<p>Mit Hilfe der Elektrodynamik Grundphänomene elektrischer und magnetischer Felder (Feldquellen, Induktionsprinzip, elektromagnetische Wellen, Licht, Polarisation, Beugung) erklären können</p>	<p>W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die Bedeutung des elektrischen Feldes der Erde bei der Entstehung von Blitzen erläutern. • Anhand eines Zeitungsartikels herausarbeiten, wie man in Medizin und Technik besonders starke Magnetfelder erzeugt. • Graphische Darstellungen elektrischer Felder interpretieren (Vektoren, Potentialflächen, 3-dimensionale Modelle, ...). • Erklären, wie der Mensch und einige Tierarten das Erdmagnetfeld zur Orientierung nutz(t)en.
	<p>E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hypothesen aufstellen, von welchen Größen die Stärke des magnetischen Feldes einer Spule abhängt. • Ein Experiment planen, in dem man das durch den Stromfluss entstehende Magnetfeld nutzt, um qualitativ die Stromstärke durch verschiedene Leiter vergleichen zu können. • Daten einer Messung eines magnetischen Feldes graphisch auswerten. • Erklärungen für die angebliche Wirkung von Magnetarmbändern auf ihre Wissenschaftlichkeit überprüfen.
	<p>S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Die in den Medien thematisierten potentiellen gesundheitlichen Folgen von Elektromog diskutieren. • Nutzen und Risiken des Einsatzes starker Magnetfelder in Medizin und Technik bewerten. • Die Bedeutung von Elektromagnetischen Wellen für den Alltag diskutieren.
<p>Die Bedeutung der Elektrodynamik in einfachen technischen Anwendungen verstehen sowie ein sicherheitsbewusstes Handeln im Umgang mit elektrischen Anlagen entwickeln</p>	<p>W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhänge zwischen Elektrizität und Magnetismus anhand eines Transformators erläutern. • Mit Hilfe eines Applets die Prinzipien der Funktionsweise eines Elektromotors erklären. • Den Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärspannung eines idealen Trafos mit Hilfe einer Formel darstellen und verbal interpretieren.
	<p>E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ein Experiment planen, das den Zusammenhang zwischen Magnetismus und Elektrizität verdeutlicht. • Einen Teelicht-Lautsprecher nach Anleitung bauen und Hypothesen aufstellen, wie man ihn optimieren könnte. • Daten auswerten, die bei der Messung von Primär- und Sekundärspannung bei einem Trafo aufgenommen wurden.
	<p>S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Einen Leserkommentar zu einem Zeitungsartikel über die Vorteile von Elektroautos verfassen. • Vor- und Nachteile von Stand-By-Betrieb von Ladegeräten diskutieren. • Vor- und Nachteile von Elektroautos nach verschiedenen Aspekten (ökonomisch, technisch, ökologisch) diskutieren.

Grundlagen der konventionellen und alternativen Energiebereitstellung erarbeiten	W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Die Funktion eines thermischen Kraftwerks erläutern. • Die Grundlagen der Funktion von Solarzellen einem Fachartikel entnehmen. • Diagramme über die Entwicklung des weltweiten Energiebedarfs analysieren und interpretieren.
	E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> • Einen Fragekatalog entwerfen, mit Hilfe dessen man eine(n) Expert/in über Szenarien der zukünftigen Energieversorgung befragen kann. • Ein Experiment planen, mit dessen Hilfe man die Effizienz einer selbst gebauten kleinen Turbine untersuchen kann.
	S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Die Bedeutung von konventionellen Kraftwerken zur Energieversorgung in einem Plädoyer darlegen. • Möglichkeiten der Versorgung mit elektrischer Energie ausschließlich aus Solarzellen und / oder Windkraftwerken diskutieren. • Informationen über Studienmöglichkeiten rund um Energietechnik suchen und im Plenum präsentieren. • Naturwissenschaftliche und nicht-naturwissenschaftliche Argumente finden, die für oder gegen den Bau eines Kraftwerks an einem bestimmten Ort sprechen. • Aus einer Liste von Vor- und Nachteilen von Windkraftwerken diejenigen auswählen, die auf naturwissenschaftlichen Argumentationen beruhen.
Einblicke in den Strahlungshaushalt der Erde gewinnen	W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Daten über die Zusammensetzung der Erdatmosphäre in einem Diagramm darstellen. • Das Phänomen des (natürlichen) Treibhauseffekts auf der Erde und auf anderen Planeten qualitativ erklären. • Mögliche Auswirkungen des durch den Menschen verstärkten Treibhauseffekts erläutern.
	E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Untersuchungsmethoden in der Klimatologie beschreiben. • Vermutungen formulieren und begründen, welche Konsequenzen eine Änderung des weltweiten Klimas haben könnten. • Ein Experiment planen, mit dessen Hilfe man das Absorptionsvermögen von Gletschern im Vergleich zum Erdboden abschätzen kann. • Messdaten über die Entwicklung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre auswerten und interpretieren.
	S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Unterschiedliche Klima-Szenarien aus verschiedenen Quellen (Skeptiker vs. IPCC) bewerten. • Technische Möglichkeiten zur CO₂-Reduktion in der Atmosphäre diskutieren. • Die Auswirkungen des Klimawandels auf das tägliche Leben diskutieren.

Modul 8

Kompetenzbereiche	Kompetenzen	Beispiele für mögliche Inhalte
Einsichten in kernphysikalische Grundlagen (Aufbau und Stabilität der Kerne, ionisierende Strahlung, Energiequelle der Sonne, medizinische und technische Anwendungen) gewinnen und die Problematik des Umgangs mit Quellen ionisierender Strahlung verstehen	W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Die Vorgänge bei der Kernspaltung und deren Voraussetzung erklären. • Unterschiede und Zusammenhänge der Größen Aktivität, Dosis und Äquivalenzdosis erklären. • Aus einer Nuklidkarte relevante Informationen über Eigenschaften von Isotopen entnehmen. • Die Auswirkung von ionisierender Strahlung auf Materie und auf lebendes Gewebe beschreiben.
	E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> • Vorgegebene Messwerte der Äquivalenzdosis bei einem konkreten oder beispielhaften KKW-Störfall analysieren. • Aus vorgegebenen Messwerten auf die Halbwertszeit eines Isotops schließen.
	S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Eine physikalisch fundierte Stellungnahme zu einem Artikel zum Thema „Strahlen machen krank“ geben. • Die Bedeutung ionisierender Strahlung für Anwendungen z.B. in der Medizin erkennen. • Vorteile und Risiken der zivilen Nutzung der Kernenergie diskutieren.
Einblicke in die Struktur von Raum und Zeit (Entwicklungsprozesse von Weltansichten zur modernen Kosmologie, Gravitationsfeld, Grundgedanken der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie, Aufbau und Entwicklung des Universums) gewinnen	W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Die wesentlichen Unterschiede zwischen der Newtonschen Mechanik und der relativistischen Mechanik beschreiben. • Den Effekt der Zeitdilatation mit Hilfe eines Gedankenexperiments (auch grafisch) darstellen. • Die Auswirkung von relativistischen Effekten bei verschiedenen Geschwindigkeiten und deren Relevanz auf die Lebenswelt beschreiben.
	E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> • Zu einer Beobachtung (Videoclip über das Galaktische Zentrum, Einstein-Ringe, ...) eine Vermutung über die Entstehungsursache aufstellen. • Zu einer kosmologischen Beobachtung (z.B. Isotropie der Materieverteilung, Rotverschiebung) ein Erklärungsmodell darstellen.
	S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Einen Science-Fiction-Film hinsichtlich der physikalischen Umsetzbarkeit von Fortbewegung (Überlichtgeschwindigkeit, ...) analysieren. • Aussagen im Bereich Kosmologie analysieren und naturwissenschaftliche von nicht naturwissenschaftlichen Aussagen unterscheiden.
Verständnis für die schrittweise Verfeinerung des Teilchenkonzepts, ausgehend von antiken Vorstellungen bis zur Physik der Quarks und Leptonen, gewinnen	W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Zur Frage: „Atome und Kerne: wie weiß man von ihrer Existenz?“ eigene Recherchen durchführen. • Einen Überblick über das Standardmodell der Elementarteilchenphysik geben. • Die Entwicklung des Verständnisses über den Aufbau der Materie im Laufe der Zeit beschreiben.

	E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> • Historische Experimente zum Aufbau der Materie (z.B. Rutherfordsches Experiment und moderne Experimente in der Hochenergiephysik) vergleichen. • Vermutungen formulieren, welche Konsequenzen eine (tages-)aktuelle Entdeckung auf dem Gebiet der Hochenergiephysik haben könnte.
	S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Forschungsergebnisse der Hochenergiephysik hinsichtlich ihrer Vorläufigkeit bewerten. • Den technischen Aufwand bei modernen Experimenten der Hochenergiephysik hinsichtlich des Erkenntnisgewinns auf der Basis physikalischer Argumente abwägen.
Einblicke in die Bedeutung der Materialwissenschaften (Miniaturisierung, Erzielung definierter Eigenschaften durch kontrollierte Manipulation, Bionik) gewinnen und deren physikalische Grundlagen erkennen	W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Den Aufbau eines Halbleiters erklären und seine Leitfähigkeit der eines Metalls und Isolators gegenüberstellen. • Die Herstellung von Halbleitermaterialien erklären. • Ausgehend von einer Information über Energieeffizienz die Funktionsweise einer Leuchtdiode im Prinzip erklären und der eines thermischen Leuchtmittels gegenüberstellen.
	E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> • Ein Experiment zum Leitungsverhalten einer Diode planen und auswerten. • Vermutungen formulieren, wie die Leitfähigkeit eines Halbleiters von der Temperatur abhängt und diese überprüfen.
	S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Die Grenzen der Miniaturisierung bewerten und darüber diskutieren. • Die Bedeutung der Halbleitertechnik für die Gesellschaft erfassen und Prognosen für zukünftige Entwicklungen machen. • Mit ForscherInnen oder TechnikerInnen Kontakt aufnehmen und sich bezüglich Berufswegen im Bereich der Materialwissenschaften gezielt Fragen ausarbeiten und die Informationen so darstellen, dass sie für eine eigene Entscheidung hilfreich sind.
Bezüge zum aktuellen Stand der Wissenschaft / Forschung herstellen können	W: Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Die Rolle des Gedankenexperiments in der modernen Physik beschreiben und an einigen Beispielen erläutern. • Aus Meldungen über aktuelle Forschungsergebnisse die wesentlichen physikalischen Informationen entnehmen.
	E: Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> • Zu (tages-)aktuellen Meldungen über neue Forschungsergebnisse Vermutungen anstellen und durch eigene Recherche überprüfen.
	S: Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Die Bedeutung von Großforschungsanlagen und der daraus gewonnenen Erkenntnisse anhand von Beispielen bewerten. • Anhand von Beispielen die Bedeutung der modernen Forschung in den Bereichen Medizin, Kommunikation, etc. erfassen und bewerten. • Den Wahrheitsgehalt z.B. von parawissenschaftlichen Behauptungen kritisch und mit wissenschaftlichen Methoden analysieren und bewerten.