

Schwerpunktfach

Physik und Anwendung der Mathematik

MAR 2 bis 4 (KZG und LZG)

Allgemeine Bildungsziele

Das Schwerpunktfach Physik und Anwendungen der Mathematik leistet Grundlegendes für das Verständnis von Wissenschaft und Technik. Es hilft wesentlich mit, sich in unserer komplexen und hoch technisierten Welt zurechtzufinden.

Der Unterricht im Schwerpunktfach Physik und Anwendungen der Mathematik baut auf den Kenntnissen auf, die in den Grundlagenfächern Physik und Mathematik erworben wurden, und erweitert diese beträchtlich. Als fächerübergreifender Unterricht macht er die enge Verwandtschaft von Physik und Mathematik sichtbar.

Er entwickelt die Fähigkeit, zu erkennen, dass vielfältige Probleme aus Wissenschaft und Technik sowie aus dem Alltag einer mathematischen und physikalischen Bearbeitung zugänglich sind. Er entwirft Modelle, prüft sie experimentell, entwickelt sie weiter und beurteilt sie bezüglich der abgebildeten Wirklichkeit. Damit werden folgende Fähigkeiten gefördert:

- Kreativität beim Entwickeln von Modellen
- Genaues, analytisches Denken
- Zielgerichtetes pragmatisches Vorgehen
- Beobachten, sorgfältiges experimentieren, kritisch prüfen

Maturandinnen und Maturanden arbeiten an mathematisch-physikalischen Problemstellungen genau, ausdauernd und systematisch. Sie sind bereit, in Teams effizient zu arbeiten. Der Unterricht schult allgemeine Grundlagen, Fähigkeiten und Haltungen, welche für anschliessende Ausbildungslehrgänge in Naturwissenschaft und Technik, insbesondere auch in den Ingenieurdisziplinen oder in der Medizin, wichtig sind.

Richtziele

Der Unterricht orientiert sich an *Richtzielen*. Inhaltliche Vertiefungen in einzelnen Stoffgebieten werden exemplarisch ausgewählt und sind diesen Richtzielen klar untergeordnet, wobei soweit möglich und sinnvoll darauf geachtet wird, dass die wichtigen Gebiete der Physik und Mathematik abgedeckt sind. Die Richtziele erstrecken sich über die gesamten 3 Jahre und können nicht einzelnen Inhalten zugeordnet werden.

A Experimentieren

Hier geht es darum, das Werkzeug „Experiment“ sachgemäss anzuwenden und seine Möglichkeiten und Grenzen zu erfassen. Dieses Richtziel geht vom einfachen Ausführen eines Experiments mit vorgegebenem Material (in den ersten Semestern) bis hin zum selbstständigen Planen und Realisieren von grösseren Experimenten (in den letzten Semestern)

Beim Experimentieren werden bereits die ersten Weichen für die Suche nach Gesetzmässigkeiten gestellt. Anspruchsvolles Experimentieren ist deshalb ein subtiler Vorgang, bei dem Fakten und Hypothesen, Beobachtung und Interpretation in einem ständigen

Wechselspiel stehen. Das Arbeiten und Diskutieren im Team ist genauso wichtig wie das durch Intuition geprägte kreative Arbeiten allein.

- Umgang mit Experimentiermaterial und technischen Geräten
- Planung, Realisierung und Auswertung. Dies beinhaltet das Vorgeben von Aufgabenstellungen unter Einbezug von Vermutungen und Lösungsansätzen, die Methodenwahl sowie eine klare Darstellung der Ergebnisse
- Kritische Beurteilung der Relevanz von Experimenten
- Abschätzung der Zuverlässigkeit und Messgenauigkeit

B Modellbildung

Hier geht es darum, Phänomene, die einer mathematisch-naturwissenschaftlichen Betrachtungsweise zugänglich sind, zu erkennen und mit mathematischen Modellen zu beschreiben

- Mathematisierbarkeit von Phänomenen beurteilen
- Phänomene in mathematisierbare Aspekte zerlegen (Analyse)
- Mathematische Modell entwickeln, um diese Aspekte zu einem Ganzen zu vernetzen (Synthese)
- Beobachtungen an Experimenten mathematisieren und Gesetzmässigkeiten erkennen und zu einem Modell zusammenfügen
- Modelle mit der Wirklichkeit konfrontieren und auf Grund von Abweichungen die Modelle weiterentwickeln
- Aus Modellen Schlussfolgerungen ziehen, die über das experimentell Prüfbar hinausgehen
- In diesem Zusammenhang: Gedankenexperimente sind eine Zwischenform zwischen Experiment und Modell, bei der die (gedankliche) Prüfung auf Konsistenz im Zentrum steht

C Mathematischer und logischer „Werkzeugkasten“

Um naturwissenschaftliche Phänomene und technische Vorgänge zu mathematisieren, ist ein gutes räumliches Vorstellungsvermögen und das Zurechtfinden in abstrakten Räumen entscheidend. Ebenso ist es wichtig, die Palette der mathematischen Hilfsmittel (inklusive moderner Software) über das im Grundlagenfach mögliche Mass hinaus zu erweitern.

D Ungewohnte Fragestellungen

Hier geht es darum, eine im wissenschaftlichen Arbeiten wichtige Fähigkeit zu üben: Das Stellen von (ungewohnten) Fragen.

Dies kann zum Beispiel über das Erfahren von unerwarteten Phänomenen geschehen, wie zum Beispiel quantenmechanischer Phänomene, die dem "gesunden Menschenverstand" widersprechen oder dem unerwarteten Auftreten von Chaos innerhalb definierter mathematischer Algorithmen.

Das Staunen ist ebenfalls ein Mittel, ungewohnte Fragen stellen zu lernen ...

Schwerpunktfach PM

	1. UG	2. UG	MAR 1	MAR 2	MAR 3	MAR 4
GF				2	1	1
SF				3	3	3

Modularisierung

Seit dem Schuljahr 16/17 wird das Schwerpunktfach PM in modularisierter Form durchgeführt. Das heisst, dass der SF-Unterricht der ersten beiden Jahre in klassen- und stufenübergreifenden Gruppen (K2/L4 und K3/L5) stattfindet. Die beiden Module 1 und 2 alternieren. Im Maturajahr werden die Lernenden nach den Inhalten des Moduls 3 unterrichtet.

Modul 1		Wochenstunden: 3
Grobziele	Mögliche Lerninhalte MAR 2 3	Querverweise
<p>A: EXPERIMENTIEREN Umgang mit Experimentiermaterial Sorgfältiges Experimentieren Durchführung und Auswertung von vorgegebenen Experimenten Vermutung und Überprüfung von Gesetzmässigkeiten Klare Darstellung der Resultate Abschätzung der Zuverlässigkeit und Messgenauigkeit</p> <p>B: MODELLBILDUNG Beobachtungen an Experimenten mathematisieren Gesetzmässigkeiten erkennen und zu einem Modell zusammenfügen Modelle mit der Wirklichkeit konfrontieren</p> <p>C: MATHEMATISCHER UND LOGISCHER WERKZEUGKASTEN Fehlerberechnung Grundlagen der Programmierung Algebraische Umformungen in der Physik (mit und ohne Taschenrechner) Festigung des räumlichen Vorstellungsvermögens</p>	<p>Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellbildung mit Computerprogrammen (Mechanische Probleme, Statischer und dynamischer Auftrieb) • Grundlagen physikalischer Messungen • Absoluter und relativer Fehler, Fehlerfortpflanzung • Umgang mit Daten (Excel, Geogebra) <p>Astronomie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Koordinatensysteme • Scheinbare und absolute Magnitudo • Klassifikation der Sterne • H-R Diagramm • Physik der Sonne • Entwicklungsstadien der Sterne • Galaxien und Kosmologie <p>Mechanik: Bewegungen ohne und mit Einfluss des Luftwiderstands</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wurfbewegungen • Lösung von Differentialgleichungen mit Excel • Mechanik: Impuls und Impulserhaltung • Raketenprinzip <p>Spezielle Relativitätstheorie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zeitdilatation, Längenkontraktion • Lorentz-Transformation • Masse und Energie 	<ul style="list-style-type: none"> • Astronomie • Geografie • Bauingenieurwissenschaft • Wirtschaftskunde • Luftfahrt • Ökologie und Klima

	Statik und Dynamik des starren Körpers • Physik des Bumerangs	
--	--	--

Modul 2		Wochenstunden: 3
Grobziele	Mögliche Lerninhalte MAR 2 3	Querverweise
<p>A: EXPERIMENTIEREN Umgang mit Experimentiermaterial Planung und Realisation eines Experiments zu vorgegebenen Fragestellungen Diskussion der Resultate</p> <p>B: MODELLBILDUNG Beobachtungen an Experimenten mathematisieren Gesetzmässigkeiten erkennen und zu einem Modell zusammenfügen Neue mathematische Werkzeuge auf physikalische Phänomene übertragen</p> <p>C: MATHEMATISCHER UND LOGISCHER WERKZEUGKASTEN Komplexe Zahlen einführen Anwendung der Differentialrechnung in der Physik Abstrakte mathematische Hilfsmittel Anwenden von Mathematiksoftware Statistik auf naturwissenschaftliche Modelle übertragen</p> <p>D: UNGEWOHNE FRAGESTELLUNGEN Chaos in der Mathematik Konsequenz der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit</p>	<p>Elektronik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektronische Bauelemente, einfache elektronische Schaltungen <p>Schwingungen und Wellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beugung und Interferenz • Dualismus Wellen Teilchen • Normal-, Polar-, Exponentialform der komplexen Zahl <p>Komplexe Zahlen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundoperationen, Potenzieren und Radizieren mit komplexen Zahlen • Folgen von komplexen Zahlen, Julia- und Mandelbrotmenge und dgl. • Komplexe Funktionen und Abbildungen in der komplexen Zahlenebene <p>Optik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optik: Lichtmodelle (Strahlen- und Wellenoptik) • Optische Naturphänomene (Regenbogen, Fata Morgana) mit Geogebra <p>Wärmelehre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wärmetransport, Hauptsätze • Entropie, Entropiesatz • Ordnung/Unordnung 	<ul style="list-style-type: none"> • Elektronik • Computergraphik • Chemie • Musik

Modul 3		Wochenstunden: 3
Grobziele	Mögliche Lerninhalte MAR 4	Querverweise
<p>A: EXPERIMENTIEREN Planung und Realisation eines Experiments zu einem vorgegebenen Thema</p> <p>B: MODELLBILDUNG Komplexe Modelle anwenden Aus Modellen Schlussfolgerungen ziehen, die über das experimentell Prüfbar hinausgehen Gedankenexperimente als Zwischenform zwischen Experiment und Modell.</p> <p>C: MATHEMATISCHER UND LOGISCHER WERKZEUGKASTEN Funktionen als gesuchte Objekte, Differentialgleichungen Komplexe Funktionen Weiterführung der Stochastik Abstrakte mathematische Hilfsmittel</p> <p>D: UNGEWOHNE FRAGESTELLUNGEN Dualismus in der Physik Astrophysikalische und kosmologische Fragestellungen</p>	<p>Stochastik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibende und beurteilende Statistik • Test von Hypothesen <p>Differentialgleichungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analytische und numerische Lösung von Differentialgleichungen • Differentialrechnung in der Physik (z.B. Bewegungsgleichungen, Laden eines Kondensators, Wärmeleitung) <p>Quantenphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Krise der klassischen Physik: Photoeffekt. Compton-Effekt, Strahlung eines schwarzen Körpers • Teilchenmodell des Lichts, Dualismus • De Broglie: Wellenmaterie • Heisenbergsche Unschärferelation • Schrödingergleichung <p>Teilchenphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atom und Kernphysik • Radioaktivität • Elementarteilchen des Standardmodells • Kräfte und Wechselwirkungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Philosophie • Geschichte der Naturwissenschaften • Statistik in Sozialwissenschaften