

# Physik und Anwendungen der Mathematik: Schwerpunktfach (SPM)

## Allgemeine Bildungsziele

Im Schwerpunktfach *Physik und Anwendungen der Mathematik* wird von konkreten Phänomenen ausgegangen. Dieser Realitätsbezug erlaubt den Studierenden, die Phänomene zu „erleben“. Ziel ist, das Interesse für naturwissenschaftliche Vorgänge und deren Beschreibung zu wecken.

Die Studierenden lernen, konkrete Phänomene in der Natur und in der Technik zu beobachten und zu beschreiben, Ursachen und Wirkungen zu erkennen, und daraus mathematisch-physikalische Modelle zu entwickeln, welche die Sachverhalte erklären können.

Das Schwerpunktfach behandelt grundlegende Theorien und Methoden, die das Verständnis der naturwissenschaftlich geprägten modernen Welt fördern (insbesondere im Modul *Einblicke in das moderne naturwissenschaftliche Weltbild*) und vereinigt möglichst Ansätze aus allen naturwissenschaftlichen Disziplinen.

Der Wandel und die Weiterentwicklung physikalischer Erkenntnis, die Bedeutung dieser Erkenntnis in vielen Lebensbereichen und die wechselseitige Beziehung zwischen naturwissenschaftlich-technischer Entwicklung, Gesellschaft und Umwelt ist den Studierenden geläufig. Durch die Einsicht in die Möglichkeiten und Grenzen der Naturwissenschaften und die Frage nach dem Sinn von Naturwissenschaft und Technik wird blinde Wissenschaftsgläubigkeit ebenso vermieden wie Wissenschaftsfeindlichkeit und eine (selbst-)kritische Haltung in diesen Belangen gefördert.

Noch mehr als im Grundlagenfach bietet sich im Schwerpunktfach die Gelegenheit, das Interesse an Berufen, die naturwissenschaftliche Denkweisen und Werkzeuge einsetzen, zu fördern. Zudem bietet es eine gute Vorbereitung für die entsprechenden Hochschulstudiengänge.

## Fachrichtlinien

Im Schwerpunktfach *Physik und Anwendungen der Mathematik* werden Themen aus den Grundlagenfächern Mathematik und Physik vertieft und weiterführende Themen behandelt.

Die Methoden der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung wie das Experiment und die Modellbildung, die deduktive und die induktive Methoden prägen den Unterricht im Schwerpunktfach.

Oft zeigen Experimente, dass sich die Natur nicht unseren Erwartungen entsprechend verhält. Mit Hilfe von Experimenten stellen wir Fragen an die Natur; durch wissenschaftliches Arbeiten und kritischen Umgang mit fehlerbehafteten Messwerten finden wir Antworten.

Die Arbeit im Schwerpunktfach soll auch als sozialer Prozess verstanden werden, bei dem die Beteiligten einerseits durch Gedankenaustausch und andererseits durch eigenes Nachdenken lernen, Dinge und Phänomene im Alltag zu beschreiben.

Besondere Ansprüche, die im Lauf des Unterrichts zu erfüllen sind:

- Optimale Kommunikation setzt eine problem- und situationsgerechte Darstellung des eigenen Gedankenguts voraus. Komplexe Gegenstände müssen deshalb verständlich und überschaubar dargelegt werden.
- Die Fähigkeit, mathematisch-physikalische Modelle zu entwickeln und sich über deren Abstraktionsgrad Rechenschaft abzulegen wird an exemplarischen Prozessen der Natur geübt.
- Lösungsstrategien und Problemlöseverfahren werden entwickelt.
- Im problemorientiert angelegten Unterricht soll aktiv-entdeckendes und experimentelles Arbeiten und in einem beträchtlichen Umfang selbstbestimmtes Lernen die Aktivität der Schülerinnen und Schüler fördern.
- Informations- und Kommunikationstechnologien sollen wenn immer sinnvoll und möglich eingesetzt werden.
- Auffinden von und Umgang mit Fachliteratur.

## Richtziele

Die Richtziele im Schwerpunktfach Physik und Anwendungen der Mathematik stützen sich auf die Richtziele der Grundlagenfächer Mathematik bzw. Physik.

### Grundkenntnisse

Maturandinnen und Maturanden

- kennen Methoden der Modellentwicklung
- kennen Ergebnisse und Arbeitsmethoden der heutigen Naturwissenschaften.
- kennen geeignete Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT).
- kennen Modelle, um Phänomene in der Natur und der Technik qualitativ und mathematisch zu beschreiben.
- kennen Nutzen und Gefahren naturwissenschaftlicher Erkenntnisse für die menschliche Gesellschaft.
- kennen physikalische Forschungsergebnisse und deren Einfluss auf das Weltbild.
- haben Einblick in moderne mathematische und physikalische Theorien.

### Grundfertigkeiten

Maturandinnen und Maturanden

- stellen erarbeitete Sachverhalte mündlich und schriftlich korrekt dar.
- erfassen und beurteilen mathematische und physikalische Phänomene, entwickeln adäquate Modelle und erkennen deren Möglichkeiten und Grenzen.
- bedienen sich der Arbeitsweise der modularen Problemlösung.
- setzen Fach- und Formelsprache sowie wichtigste Rechenverfahren sinnvoll ein.
- können Fakten, Hypothesen, Beobachtungen, Beschreibungen und Folgerungen unterscheiden.
- kennen Interpretation und Diskussion experimenteller und theoretischer Resultate im Vergleich mit Erfahrungswerten aus dem Alltag.
- können mathematisch-physikalische Modelle auf andere Wissensgebiete übertragen.
- erkennen und verwerten Analogien.
- können mit den Mitteln der modernen Informationsgesellschaft umgehen (insbesondere die Handhabung mathematischer Software).
- kennen den algorithmischen Aufbau von Programmen und können Programme erstellen.

- beschaffen sich Informationen durch geeignete Fachliteratur und Webrecherchen.
- können eine Semesterarbeit/Projektarbeit planen, durchführen und in geeigneter Form auswerten, festhalten und präsentieren.
- können selbstständig und in einem Team arbeiten.

### Grundhaltungen

- Achtung und Respekt vor der Natur.
- Konstruktive und kritische Haltung gegenüber den modernen Naturwissenschaften.
- Einsicht in die historische Entwicklung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse.
- Neugier, Interesse und Verständnis für die Natur und die Technik.

Maturandinnen und Maturanden

- interessieren sich für mathematische, naturwissenschaftliche und technische Belange.
- setzen sich intensiv mit naturwissenschaftlichen Phänomenen auseinander.
- haben Freude am Experimentieren und am Umgang mit technischen Hilfsmitteln.
- sind offen für Verbindungen zu anderen Fächern.
- setzen ICT-Mittel ein.
- eignen sich fehlendes Wissen selbstständig aus Informationsquellen an.
- sind bereit, verfügbare Kräfte und Mittel für Lösungen einzusetzen.
- haben die Ausdauer und den Willen, genaue Arbeit zu leisten.
- arbeiten gern selbstständig, aber auch in der Gruppe und sind fähig, ihre eigenen Ideen einzubringen.

## 2/1

## Physik und Anwendungen der Mathematik – Schwerpunktfach

(Matrizen, Geom. Optik)

Grobziele	Lerninhalte	Fähigkeiten, Fertigkeiten, Haltungen	Fächerkoordination, Methodische Hinw.
Matrizen nutzbringend einsetzen	<b>Matrizen</b> Definition, Multiplikation von Matrizen, Abbildungen, Drehungen und Spiegelungen, Invertierte Matrix, Determinante, Eigenwert und Eigenvektoren, Rang einer Matrix, Übergangsmatrix, Markoffketten, Zufallsprozesse, Matrixspiele.	Andere Schreibweise von Gleichungssystemen kennen. Operationen mit Matrizen durchführen können. Anwendungen der Matrizen in Beispielen sehen und verstehen.	FK → BI, CH, Maturaarbeit
Naturvorgänge beobachten und beschreiben	<b>Geometrische Optik</b> - Spiegel - Lochkamera - Brechungsgesetz - Linsengleichung - optische Abbildungen - optische Geräte - Farben	Beobachtungsfähigkeit steigern.  Unterschied Umgangssprache – Fachterminologie bewusstmachen.	FK → MA (Ähnlichkeit, Strahlensätze) FK → BI (Auge) FK → BG (Wesen der Farbe)

## 2/2

## Physik und Anwendungen der Mathematik – Schwerpunktfach

(Geometrie, Komplexe Zahlen)

Grobziele	Lerninhalte	Fähigkeiten, Fertigkeiten, Haltungen	Fächerkoordination, Methodische Hinw.
Geometrische Sachverhalte erfassen und beschreiben.	<p><b>Geometrie</b>            Koordinatensysteme. Koordinatentransformationen und Abbildungen. Beschreibung von Kurven in der Ebene und im Raum und Flächen im Raum. Begriff der Länge bzw. des Flächeninhalts. Begriff der Krümmung.</p>	<p>Schulung des Vorstellungsvermögens. Geometrische Transformationen beschreiben können. Beschreibungen von Kurven und Flächen als Lösungsmenge einer Gleichung, durch Parametrisierung bzw. durch geometrische Eigenschaften herleiten können. Numerisch Längen, Flächeninhalte und Krümmungen berechnen können.</p>	FK → BG (Vorstellungsvermögen, Erzeugung von visuellen Mustern)
Aufbau des Zahlensystems kennen.	<p><b>Komplexe Zahlen</b>            Definition, Rechnen mit komplexen Zahlen, Darstellung komplexer Zahlen, komplexe Funktionen in der Ebene, komplexe Folgen und Fraktale, Quaternionen.</p>	<p>Mathematische Einordnung kennen. Gauss'sche Zahlenebene kennen (geometrische Veranschaulichung). Normalform und Polarform kennen und in die jeweilige Form umwandeln können. Drehungen, Spiegelungen, Streckungen algebraisch beschreiben können.</p>	FK → PS, BI, CH

**3/1***Physik und Anwendungen der Mathematik – Schwerpunktfach*

(Mechanik, Astronomie)

Grobziele	Lerninhalte	Fähigkeiten, Fertigkeiten, Haltungen	Fächerkoordination, Methodische Hinw.
Konkrete Bewegungen im Alltag umfassend beschreiben und verstehen.	<b>Vertiefung Mechanik</b> Würfe Impuls und Impulserhaltung. Stossgesetze, Kreisbewegung, starrer Körper	Erhaltungssätze anwenden. Ungestörte Überlagerung von Bewegungen verstehen und anwenden.	FK → GS (Mechanik Galileis) (Treffpunkt) FK → SP (Hochsprung, Wurfdisziplinen, Ballspiele) FK → SP (Sprünge) FK → PH (Philosophiegeschichte, Begriffsbildung) FK → BI, CH, GG, PH Maturaarbeit
Arbeitsweise in der Astronomie erkennen.	<b>Astronomie</b> Keplergesetze, Gravitationsgesetz, Trigonometrische Parallaxe, Sternentwicklung, Exoplaneten	Himmelsbeobachtungen mit Planetariumssoftware planen, Erdposition im Universum einordnen.	FK → IN (Astronomische Bildbearbeitung)

**3/2***Physik und Anwendungen der Mathematik – Schwerpunktfach*

(Dynamische Systeme, Systemdynamik)

Grobziele	Lerninhalte	Fähigkeiten, Fertigkeiten, Haltungen	Fächerkoordination, Methodische Hinw.
<p>Einfache kontinuierliche und diskrete dynamische Systeme kennen.</p> <p>Eine Arbeit selbständig oder in der Gruppe durchführen, analysieren und dokumentieren können.</p>	<p><b>Dynamische Systeme I</b>            Diskrete und kontinuierliche Modelle.            Anwendung in Populationsdynamik, physikalischen und ökologischen Prozessen.            Gleichgewicht.            Simulationen und numerische Auswertung.            Lösungsmethoden für Differentialgleichungen.</p> <p><b>Systemdynamik</b>            Vorgänge messen, modellieren, anpassen und vergleichen.</p>	<p>Kenntnisse der Begriffe.            Dynamische Systeme qualitativ und quantitativ beschreiben und erklären können            Modelle numerisch auswerten können.            Lösungsmethoden angemessen anwenden können.</p> <p>Umgang mit Messgeräten.            Protokollierung von Experimenten.            Auswertung von Daten inklusive Fehlerrechnung.            Weitergabe von Daten in Form von Berichten</p>	<p>FK → BI (Populationsdynamik)</p>

4/1

## Physik und Anwendungen der Mathematik – Schwerpunktfach

(Dynamische Systeme, Schwingungen und Wellen, Elektrizität)

Grobziele	Lerninhalte	Fähigkeiten, Fertigkeiten, Haltungen	Fächerkoordination, Methodische Hinw.
Dynamische Systeme kennen und analysieren können.	<p><b>Dynamische Systeme II</b> Richtungsfelder und Phasenraum. Stabilität und Instabilität. Verzweigungstheorie. Klassifikation 2-dimensionaler linearer Systeme. Nichtlineare Systeme. Chaotische Dynamik.</p>	Dynamische Systeme qualitativ und quantitativ beschreiben und erklären können. Modelle numerisch auswerten können. Qualitative Analysen durchführen können.	FK → WR (ökonomische Modelle)
Modelle und Formalismen aus der Schwingungslehre in verschiedenen Gebieten anwenden können.	<p><b>Vertiefung Schwingungen und Wellen</b> Harmonische Schwingung mit Differentialgleichung. Dämpfung, Resonanz, Überlagerung. Wellenausbreitung.</p>	Physikalische Phänomene mathematisch beschreiben.	FK → MU (Musikinstrumente bauen und verstehen) FK → BI (Ohr) FK → GG (Erdbeben) FK → Medienkunde
Die Funktionsweise technischer Geräte in den Grundzügen verstehen.	<p><b>Felder/Vertiefung Elektrizitätslehre</b> Gravitations- und elektrisches Feld. Millikan-Versuch. Bewegte Ladungen im elektrischen und magnetischen Feld. Massenspektrometer.</p>	Elektromagnetische Phänomene mathematisch beschreiben können.	
	<p><b>Fakultative Lerninhalte</b> Wechselstromtechnik. Halbleitertechnik</p>	Komplexe Zahlen anwenden können.	

## 4/2

## Physik und Anwendungen der Mathematik – Schwerpunktfach

(Semesterarbeit, Modernes naturwissenschaftliches Weltbild)

Grobziele	Lerninhalte	Fähigkeiten, Fertigkeiten, Haltungen	Fächerkoordination, Methodische Hinw.
<p>Vorbereitung auf Arbeitsweise der Hochschulen. Interdisziplinär Probleme erfassen und bearbeiten.</p> <p>Stand der aktuellen Forschung ansatzweise abschätzen können. Erkennen, dass die naturwissenschaftlichen Modelle einem evolutiven Prozess unterliegen. Überwindung des rein deterministischen Weltbildes. Erkennen, dass die Theorien der Physik nicht einfach „wahr“ sind, sondern dass in der Physik bloss diejenigen Modelle provisorisch akzeptiert werden, die sich in der Praxis am besten bewährt haben.</p>	<p><b>Semesterarbeit</b></p> <p><b>Einblicke in das moderne naturwissenschaftliche Weltbild</b> Durch die Behandlung komplexer Fragestellungen wird eine Auswahl folgender Gebiete bearbeitet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativitätstheorie</li> <li>• Quantenphysik</li> <li>• Teilchenphysik</li> </ul>	<p>Konkretes Problem analysieren. Selbstständige Planung und Durchführung von Experimenten. Zweckmässig protokollieren und auswerten, beurteilen und mit zugehörigen Theorien vergleichen. Ergebnisse angemessen präsentieren.</p> <p>Wissen, wann relativistische Effekte auftreten. Konzept des Raum-Zeit-Kontinuums verstehen. Verständnis für den Begriff Quantenobjekt entwickeln. Wesentliche Unterschiede zwischen klassischer Physik und Quantenphysik aufzeigen können. Spektren interpretieren können.</p>	<p>FK → PH (Weltbilder) FK → RE (Naturwissenschaft und die Glaubenslehren) FK → CH (moderne Atommodelle)</p>



## Eine Auswahl fachspezifischer Arbeitsweisen, Denkweisen und Haltungen

### Physik und Anwendungen der Mathematik – Schwerpunktfach

<b>1 Beobachtung, Beschreibung und Hypothesenbildung</b>	<b>4 Spezifische Denk- und Vorgehensweisen in den exakten Wissenschaften</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trennen von Beobachtung und Interpretation</li> <li>• Naturvorgänge beobachten und mit klaren Begriffen beschreiben</li> <li>• Erkennen von Gesetzmässigkeiten bei Vorgängen</li> <li>• Herausarbeiten einer Fragestellung</li> <li>• Aufstellen einer Hypothese</li> <li>• Mathematische Beschreibung</li> <li>• Literaturrecherchen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung und Simulation</li> <li>• Reduktion komplexer Probleme</li> </ul>
<b>2 Experimente planen, durchführen und auswerten</b>	<b>5 Bedeutung der exakten Wissenschaften</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfen einer Hypothese durch Experimente</li> <li>• Protokoll</li> <li>• Kritische Beurteilung des Resultats</li> <li>• Computergestütztes Experimentieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesellschaftliche Bedeutung von Erkenntnissen der exakten Wissenschaften</li> <li>• Bedeutung und Wirkung der Mathematisierung vieler Lebensbereiche</li> <li>• Grundlage aller technisierten Lebensbereiche</li> </ul>
<b>3 Numerische Methoden</b>	<b>6 Sozialformen, erweiterte Lehr- und Lernformen, Darstellungsformen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computergestützte Untersuchung von Problemen</li> <li>• Beurteilung der Qualität und der Grenzen einer Simulation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassenverband, Gruppenarbeit, Partnerarbeit, individuelles Studium, Vorträge</li> <li>• Fallstudie, Leitprogramm, Projekt, aktiv-entdeckendes Lernen, problemorientierter Unterricht</li> <li>• Abfassung von Berichten</li> </ul>

## Organisation der Module

Stufe	Modul	Jahreslektionen	Inhalt
G2 1. Semester	Modul A	1	Matrizen
	Modul B	1	Geom. Optik
G2 2. Semester	Modul A	1	Geometrie
	Modul B	1	Komplexe Zahlen.
G3 1. Semester	Modul C	1	Vertiefung Mechanik
	Modul D	1	Astronomie
G3 2. Semester	Modul C	1	Dynamische Systeme I
	Modul D	1	Systemdynamik
G4 1. Semester	Modul E	1	Dynamische Systeme II
	Modul F	1	Schwingungen Wellen
	Modul G	1	Felder Vertiefung Elektrizität
G4 2. Semester	Modul E	1	Semesterarbeit
	Modul F	1	Semesterarbeit
	Modul G	1	Relativitätstheorie oder Quantenphysik