

# SCHWERPUNKTFACH PHYSIK UND ANWENDUNGEN DER MATHEMATIK

## 1. STUNDENDOTATION

	3. Klasse	4. Klasse	5. Klasse	6. Klasse
1. Semester		2*/2	2*/2	3*/3
2. Semester		2*/2	2*/2	3*/3

\* Physik / Anwendungen der Mathematik

## 2. BILDUNGSZIELE

- Das Schwerpunktfach Physik und Anwendungen der Mathematik stützt sich auf die in den Grundlagenfächern Physik und Mathematik erworbenen Kenntnisse. Die im GF gewonnenen physikalischen und mathematischen Fertigkeiten werden beträchtlich erweitert und vertieft.
- Der Unterricht entwickelt die Fähigkeiten, vielfältige Probleme aus Alltag, Technik und anderen Naturwissenschaften zu erkennen und sie einer mathematischen und physikalischen Bearbeitung zu unterziehen. Dazu werden Modelle entworfen, experimentell geprüft, weiterentwickelt und bezüglich der abgebildeten Wirklichkeit beurteilt.
- Im fächerübergreifenden Unterricht soll die enge Verwandtschaft von Physik und Mathematik sichtbar gemacht werden. Das Wechselspiel zwischen empirischem und analytischem Vorgehen wird im Unterricht besonders stark ausgeprägt.
- Genaues analytisches Denken, gepaart mit pragmatischem, zielgerichtetem Vorgehen, sowie ausdauernde präzise Arbeit werden angestrebt und gefördert. Die Ergebnisse dieser Arbeit werden kritisch beurteilt.
- Der Unterricht baut allgemeine Grundlagen und Haltungen auf, welche für anschliessende Ausbildungslehrgänge in Naturwissenschaften und Technik, insbesondere auch der Ingenieurdisziplinen, wichtig sind.
- Die vorhandenen Begabungen der Schülerinnen und Schüler werden gefördert und weiterentwickelt.
- Das Schwerpunktfach Physik und Anwendungen der Mathematik liefert die Grundlagen für das Verständnis von Wissenschaft und Technik. Es hilft wesentlich mit, sich in unserer komplexen und hoch-technisierten Welt zurechtzufinden.

### 3. RICHTZIELE

#### GRUNDKENNTNISSE

Maturandinnen und Maturanden

- kennen die physikalischen Grunderscheinungen und die dahinter stehenden Naturgesetze
- verstehen die Zusammenhänge zwischen Physik und Mathematik und sind fähig, erworbenes mathematisches Wissen in Beschreibung von dynamischen Prozesse einzusetzen
- kennen Ergebnisse der physikalischen und mathematischen Forschung und ihren Einfluss auf die Veränderung und Erweiterung des Weltbildes
- haben in ausgewählten Bereichen Einblicke in das Zusammenwirken moderner mathematischer und physikalischer Theorien
- verstehen fundamentale Begriffe der Physik und deren Bedeutung für die Umwelt und Technik
- sind sich der Wichtigkeit der Physik und Mathematik in der Entwicklung der Technik und Technologie bewusst
- sind fähig, die Techniken der beiden Fachrichtungen in offenen Problemstellungen einzusetzen

#### GRUNDFERTIGKEITEN

Maturandinnen und Maturanden sind fähig

- zu beurteilen, welche Phänomene einer mathematisch-physikalischen Betrachtungsweise zugänglich sind
- zu unterscheiden zwischen Fakten und Hypothesen, zwischen Beobachtung und Interpretation und zwischen Voraussetzung und Folgerung
- ihr Vorstellungsvermögen für Objekte des geometrischen Raumes weiter zu entwickeln
- mit Experimentiermaterial, technischen Geräten und Instrumenten umzugehen
- geeignete Sachverhalte durch selbstentwickelte Modelle zu beschreiben und die Resultate mit der Wirklichkeit zu konfrontieren
- Messgenauigkeit experimenteller Methoden abzuschätzen
- mit diversen Hilfsmitteln wie Mathematiksoftware und algorithmischen Methoden zu arbeiten
- grössere Experimente durchzuführen, auszuwerten und interpretieren
- Problemstellungen klar zu formulieren, zu kommentieren und übersichtlich darzustellen
- Aufgabenstellungen, Lösungsansätze, gewählte Methoden wie auch deren Ergebnisse korrekt und ansprechend zu präsentieren

#### GRUNDHALTUNGEN

Maturandinnen und Maturanden

- sind bereit, ihre mathematischen, naturwissenschaftlichen und technischen Kenntnisse an ausgewählten Themen einzusetzen
- sind fähig, an mathematisch-physikalischen Problemstellungen genau, ausdauernd und systematisch zu arbeiten
- sind bereit, sich in interdisziplinäre Teams einzufügen und darin effizient zu arbeiten
- sind interessiert, durch mathematische Anwendungen andere Fachbereiche zu unterstützen und umgekehrt auch deren fachliche Beiträge und Anregungen aufzugreifen

## 4. GROBZIELE

GROBZIELE 4. KLASSE	LERNINHALTE	QUERVERWEISE
<b>Physik</b>		
Übersicht über die in der Natur auftretenden Strukturen gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grösstes und Kleinstes, Relationen erkennen, Grössen, Einheiten, Potenzen, Schreibweisen der Physik</li> </ul>	Alle Naturwissenschaften MA: Notation, Algebra, Termumformungen
Elemente der Experimentalphysik in der Praxis lernen und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung und Auswertung der Experimente mit mehreren physikalischen Grössen (z.B. Projekt: Messung der Schallgeschwindigkeit)</li> </ul>	MA: Elemente der Statistik aus pragmatischer Sichtweise
Kenntnisse der Mechanik vertiefen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammengesetzte Bewegungen, verschiedene Bezugssysteme, Superpositionsprinzip</li> <li>○ Transformationsregel (z.B. Teilchenzerfälle, Michelson-Morley Expt.)</li> </ul>	SP: Würfe, Turmspringen, Schanzensprünge
Präzisionsexperimente zum freien Fall, zum Impuls und zur Energieerhaltung durchführen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekte: Studium und Beseitigung störender Effekte (z.B. Reibung), systematische Arbeit an der Entwicklung des Experimentes (Präzisionsniveau <math>10^{-3}</math>)</li> </ul>	IN: Diagramme der Experimentalgrössen, Tabellenkalkulationen, Programmiersprachen
Newtonsche Gesetze anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stossprobleme</li> <li>○ Gleichgewichtsbedingungen</li> <li>○ Grundlagen der Hydro- und Aerodynamik</li> </ul>	CH: Streuung: Atome, Kerne AS: Entstehung der Galaxie
Strahlenoptik und Grundlagen der Astronomie ausarbeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schattenprobleme, Lichtbrechung und Fermatsches Prinzip, Linsen, Teleskope</li> <li>○ Lichtintensitätsmessungen</li> </ul>	AS: Finsternisse, bedeckungsveränderliche Sternsysteme MA: Minimumprobleme mit dem Taschenrechner Voyage 200
Aktuelle wissenschaftliche Berichte aus physikalischer Sicht studieren beurteilen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beiträge aus Zeitungen, Internetseiten</li> <li>○ Fachzeitschriften</li> </ul>	BI, CH: Physikalische Methoden in den Naturwissenschaften

- verbindlich
- fakultativ

<b>Anwendungen der Mathematik</b>		
Raumvorstellungen erwerben	<ul style="list-style-type: none"> <li>• konstruktive Raumgeometrie: Schrägbilder, Parallel- und ev. Zentralprojektion</li> </ul>	IN: Geometrie-Programm
Räumliche Probleme analysieren und rechnerisch bewältigen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorgeometrie: Vektorprodukt, Spatprodukt und Anwendungen</li> </ul>	PS: Arbeit, Potential Drehmoment, Drehimpuls
Eine Optimierungsmethode der Wirtschaft kennenlernen und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lineare Optimierung</li> </ul>	
Trigonometrische Kenntnisse vertiefen und in verschiedenen Gebieten anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trigonometrie: Sinussatz und Cosinussatz, Additionstheoreme</li> </ul>	GG: Vermessungswesen PS: Astronomie
sich im Rahmen von Projekten mit Anw. der Mathematik auseinandersetzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungen der Mathematik</li> </ul>	
Physikalische Versuche planen, durchführen und auswerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schülerexperimente</li> </ul>	

- verbindlich
- fakultativ

GROBZIELE 5. KLASSE	LERNINHALTE	QUERVERWEISE
<b>Physik</b>		
Prinzipien und Anwendungen der Drehbewegungen kennen lernen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trägheitsmomente, Kreisel, Präzession, Drehachsen von Planeten</li> <li>○ Spin der Atome und Elementarteilchen</li> </ul>	MA: Vektorprodukte CH, BI: MRI-Geräte in der Grundlagenforschung und medizinischen Diagnostik
Vertiefen der Mechanik als Vorbereitung für Gravitation und Elektrizitätslehre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytische Beschreibung der Kreisbewegung, Ellipsen, Hyperbeln, Zykloiden</li> <li>○ Schrauben, Spiralen</li> </ul>	MA: Parameterdarstellungen von Kurven, angewandte Trigonometrie
Elemente der Gravitation vertieft betrachten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmung astronomischer Grössen, Himmelsmechanik, Gravitationsfeld, Potential</li> <li>○ Zentralfeld, Drehimpulserhaltung</li> </ul>	MA: Analytische Geometrie, Kleinwinkelnäherung MEDIEN: Raumfahrt, Kosmologie
Klassische Mechanik zusammenfassen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische Erhaltungssätze Analogien in der Physik: Gravitation und Elektrostatik, Vektorfelder</li> </ul>	CH: Bewegungen im Mikrokosmos: Elektronen, Protonen, Neutronen, Quarks
Relativitätstheorie als Beispiel für Erweiterung der physikalischen Theorien verstehen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichtgeschwindigkeit, Lorentztransformation, Gedankenexperimente, Paradoxe,</li> <li>○ Erhaltungssätze: Impuls-Energie-Massenerhaltung, Schlüsselexperimente</li> </ul>	MA: Lineartransformationen, Matrizenrechnung, Nichtkommutativität, Taylor-Entwicklungen PH: Paradigmenwechsel TECHNIK: Telekommunikation, GPS
Praktische Astronomie: Beobachtungen der Naturprozesse geniessen	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Projektwoche Astronomische Beobachtungen: kosmische Objekte, Bewegungen, Sternbilder, Planeten, Jupitersystem, Doppelsterne, Kugelsternhaufen, Nebel und Galaxien, spezielle Ereignisse: Finsternisse, Bedeckungen</li> </ul>	MEDIEN: Neue Entdeckungen, astronomische Ereignisse MA: Keplersches Problem mit Schwerpunktkorrekturen
Harmonische Bewegung und Wellenlehre verstehen Experimente durchführen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pendelbewegung, Superpositionsprinzip, Resonanz</li> <li>• Lichtbeugung, Interferenz und Doppelspalt-Experimente</li> <li>○ anharmonische Korrekturen</li> </ul>	GG: Erdbeben und Tsunamis TECHNIK: Interferenzmethoden
Wellenoptik und Akustik verstehen und erfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prinzip von Huygens, stehende Wellen, Schwebungen, Dopplereffekt klassisch und relativistisch</li> <li>○ Fouriersynthese und Analyse</li> </ul>	MU: Musikskalen, Musikinstrumente, Klangfarben
Physikalische Versuche planen, durchführen und auswerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schülerexperimente</li> </ul>	

- verbindlich
- fakultativ

<b>Anwendungen der Mathematik</b>		
Kreis und Kugel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichungen, Anwendungen</li> </ul>	
Kegelschnitte geometrisch und algebraisch erfassen und ihre Bedeutung in Anwendungen erkennen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kegelschnitte: geometrische Eigenschaften, Gleichungen</li> </ul>	PS: Himmelsmechanik, Akustik, Optik, Technik
Mathematische Transformationen kennenlernen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• affine Abbildungen, Matrizen</li> </ul>	
Computergrafik, Fraktale	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Iterationen, dynamische Prozesse (Chaos)</li> </ul>	IN: Grafik
Mathematiksoftware einsetzen, Algorithmen entwickeln und implementieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematikprogramme, numerische Methoden, Programmieren</li> </ul>	
sich im Rahmen von Projekten mit Anw. der Mathematik auseinandersetzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungen der Mathematik</li> </ul>	

- verbindlich
- fakultativ

GROBZIELE 6. KLASSE	LERNINHALTE	QUERVERWEISE
<b>Physik</b>		
<p>Verständnis der Wärmelehre vertiefen</p> <p>Fundamentale Begrenzungen für technische Anwendungen verstehen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasgesetze, Adiabate, mikroskopische Bedeutung der Temperatur, Äquipartition der Energie, Maxwell'sche Geschwindigkeitsverteilung, molare Wärmekapazität und molekulare Freiheitsgrade</li> <li>• Carnot-Zyklus, Wärmekraftmaschinen, statistische Interpretation der Entropie               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Zufallswanderung, Diffusion</li> </ul> </li> </ul>	<p>MA: Funktionen mit mehreren Variablen, Volumenarbeit als Integral</p> <p>UMWELT: Zusammensetzung der Erdatmosphäre, Verfügbarkeit der Energie</p> <p>PH: Wärmetod des Universums</p>
<p>Theoretische Kenntnisse der Elektrizität und des Magnetismus vertiefen</p> <p>Vielfalt der technischen Anwendungen erkennen und verstehen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gauss'sches Gesetz vs. Coulomb/Newton, Ladungsverteilungen, Feldstrukturen</li> <li>• Auf- und Entladung der Kondensatoren, Ströme</li> <li>• Induktion, Wechselströme, RLC-Schaltkreise, mechanische Analogien               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Maxwell'sche Gleichungen</li> </ul> </li> </ul>	<p>MA: Differentialgleichungen erster und zweiter Ordnung, Anfangsbedingungen, Komplexe Zahlen, partielle Differentialgleichungen</p> <p>TECHNIK: Radio, Fernsehen, Mikroelektronik</p>
<p>Atome und Quanten: ein neues Bild der Natur kennen lernen</p> <p>Der Bedeutung der Atomphysik für andere Wissenschaften bewusst werden</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Photoeffekt, Planck'sche Konstante, Quantisierung des Drehimpulses, Bohrsches Atommodell               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Schalen, Elektronenspin</li> <li>○ Schrödingergleichung,</li> <li>○ komplexe Atome</li> </ul> </li> </ul>	<p>CH: Aufbau der Periodentafel, Ionisationsenergien</p> <p>TECHNIK: Aufbau der Festkörper, Dünne Schichten</p> <p>PH: Dualismus, statistischer Determinismus</p>
<p>Den Umgang mit den Naturkräften fördern</p> <p>sich der Chancen und Gefahren der technischen Anwendung physikalischer Erkenntnisse bewusst werden</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radioaktivität, Alpha, Beta, Gamma Strahlung, Streuung von Alphateilchen und Neutronen               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wirkungsquerschnitt, Bindungsenergie, Kernspaltung und Kernfusion, Kettenreaktion</li> </ul> </li> </ul>	<p>BI: Strahlenschutz</p> <p>WR: Umgang mit der Kernenergie, alternative Energiequellen</p> <p>GG: Treibhauseffekt, Klimaprobleme</p> <p>EN: Fachzeitschriften</p>
<p>Zusammenhänge von Elementarteilchenphysik und Kosmologie erkennen</p> <p>Verbindung zwischen Mikro- und Makrokosmos verstehen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Elektron, Myon, Erhaltungssätze</li> <li>• Quarkmodell: Aufbau der Protonen und Neutronen, fundamentale Fermionen, Teilchen-Antiteilchen               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Teilchenbeschleuniger, Urknallmodell</li> </ul> </li> </ul>	<p>BI: Medizin: Protonentherapie, Positron-Elektron Tomographie</p> <p>TECHNIK: Supraleitung, Teilchendetektoren</p> <p>PH, GS, DE: Weltbilder und Weltansichten</p>
<p>Physikalische Versuche planen, durchführen und auswerten</p> <p>Numerische Arbeitsmethoden, Datenerfassung und -Verarbeitung kennen lernen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schülerexperimente</li> </ul>	

<b>Anwendungen der Mathematik</b>		
Die Bedeutung der Analysis in der Physik und anderen Wissenschaften erfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>Differentialgleichungen mit Anwendungen</li> </ul>	PS: Bewegungen
Methoden der deskriptiven und induktiven Statistik kennenlernen und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stochastik: Hypothesen testen (hypergeometrische, geometrische Verteilung, Poisson- und Normalverteilung)</li> </ul>	
Die vielfältigen Eigenschaften der komplexen Abbildungen erfahren und erkennen, wie sie jene der affinen übersteigen	<ul style="list-style-type: none"> <li>komplexe Funktionen, Fraktale</li> </ul>	PS: Wechselstrom
sich im Rahmen von Projekten mit Anw. der Mathematik auseinandersetzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendungen der Mathematik</li> </ul>	PH: Logik

- verbindlich
- fakultativ

## 5. FACHRICHTLINIEN

### ORGANISATORISCHES

- Physikalische Laborversuche in Kleingruppen (Halbklassen) im Umfang von 1 Jahreslektion
- Unterricht im Team soll bis zum Umfang von 2 Jahreslektionen ermöglicht werden

## 6. FÄCHERÜBERGREIFENDER UNTERRICHT

GROBZIELE 4. KLASSE	LERNINHALTE	UNTERRICHTSFORM/ZEITGEFÄSS
Exaktes Arbeiten bei Texterfassung und Erstellung von Problemanalysen aus verschiedenen Gebieten	<p>MA: Vollständige Induktion, indirekte Beweise</p> <p>DE: Textanalyse in Bezug auf konsistente Semantik</p> <p>PS: Artikel aus der Presse über Astronomie und Astrophysik</p>	<p>Fachübergreifendes Arbeiten im Normalunterricht, ca. 12 Lekt.</p> <p>Schülervorträge, ca. 4 Lekt.</p>

GROBZIELE 5. KLASSE	LERNINHALTE	UNTERRICHTSFORM/ZEITGEFÄSS
Die Bedeutung des Phänomens Zufall erfassen und die Gesetze der "Grossen Zahlen" in verschiedenen Anwendungen kennen lernen	<p>MA: Chaostherie, Zufallsgeneratoren</p> <p>PS: Atomare Zerfallsprozesse</p> <p>PH: Wissenschaftstheorie</p> <p>WR: Versicherungs- und Börsengeschäfte</p> <p>IN: Algorithmen zur Erzeugung von Pseudozufallszahlen</p>	<p>Fachübergreifendes Arbeiten im Normalunterricht, ca. 8 Lekt.</p> <p>Schülervorträge, ca. 4 Lekt.</p>

GROBZIELE 6. KLASSE	LERNINHALTE	UNTERRICHTSFORM/ZEITGEFÄSS
Dynamische Systeme kennen lernen und analysieren	<p>MA: Differenzen- und Differentialgleichungen</p> <p>PS: Elemente der Feldtheorie, Einführung in die Quantenphysik</p> <p>PH: Determinismus und Kausalität, Weltbilder und Weltansichten</p> <p>BI/CH: Umwelt und Energie, globale Erwärmung</p>	<p>Fachübergreifendes Arbeiten im Normalunterricht, ca. 8Lekt.</p> <p>Schülervorträge, ca. 4 Lekt.</p>