

# A. Anwendungen der Mathematik und Physik

Die Zusammenarbeit unter den Fächern Mathematik, Physik und Anwendungen der Mathematik ist von Beginn an, vor allem aber im letzten Schuljahr vor der Maturitätsprüfung möglichst eng zu gestalten - idealerweise bei der gemeinsamen Arbeit an Projekten oder interdisziplinär angelegten Themenkreisen.

## a) Anwendungen der Mathematik

### 1. Allgemeines

|                 | 1. Klasse  | 2. Klasse | 3. Klasse | 4. Klasse |
|-----------------|--|-----------|-----------|-----------|
| Stundendotation | 0 / 2  | 2 / 2     | 2 / 2     | 2         |
|                 | Praktikum in Halbklassenunterricht gemäss schulhauseigener Regelung. |           |           |           |

### 2. Leitideen und Richtziele

Die Leitideen, Richt- und Grobziele des Grundlagenfaches Mathematik gelten sinngemäss auch für das Fach Anwendungen der Mathematik.

Im Fach Anwendungen der Mathematik soll ein problemorientierter Unterricht gepflegt werden. Dabei werden Fragen aus den verschiedensten Bereichen aufgegriffen. Beim Lösen der sich stellenden Probleme werden die Schüler und Schülerinnen bereits Bekanntes neu aufgreifen, vertiefen und erweitern, auf zweckmässige Modelle zurückgreifen, zweckdienliche Algorithmen entwickeln oder neue Bereiche der Mathematik erschliessen. Dort wo es sinnvoll ist, soll auch der Computer eingesetzt werden. Die Auswahl der zu behandelnden Probleme verbunden mit ihren möglichen Lösungsverfahren soll so getroffen werden, dass das vernetzte Denken gefördert wird. Da bei der Problemlösung das selbstständige Arbeiten, das Experimentieren, das Testen und Interpretieren oder aber auch die Arbeit im Team gefördert werden sollen, werden die Schüler und Schülerinnen mit einem Vorgehen bekannt gemacht, welchem sie später im Berufsleben wieder begegnen dürften.

### 3. Grobziele und Lerninhalte

Schülerinnen und Schüler sollen bei der Behandlung der untenstehenden Gebiete erkennen, dass sich Mathematik als universelle Sprache auf den verschiedensten Gebieten zweckmässig einsetzen lässt. Sie sollen dabei einen modernen, praxisbezogenen Stil kennenlernen, Probleme anzugehen und Lösungsvorschläge zu entwickeln. Das Erkennen und Miterleben, dass sich viele Probleme auf mehrere Arten lösen lassen, soll die fachliche Kompetenz, die Selbstsicherheit und Flexibilität aller Schülerinnen und Schüler stärken.

Die drei Bereiche *Geometrie*, *Anwendungen der Differential- und Integralrechnung* und *Computerunterstützte Problemlösung* sind obligatorische Bestandteile des Fachs Anwendungen der Mathematik. Die Gewichtung und Gestaltung der drei Bereiche ist jedoch jeder einzelnen Fachschaft überlassen. Diese legt eine Auswahl aus den erwähnten Unterthemen fest, welche sich durch den Bereich *Ergänzungsstoff* noch erweitern lässt. Diese Auswahl und die Reihenfolge, in der die einzelnen Themen behandelt werden, sind dabei abzustimmen auf die Lehrpläne der Fächer Mathematik und Physik.

#### *Geometrie*

Darstellende Geometrie (konstruktiv oder numerisch) / Sphärische Trigonometrie / Vermessungsprobleme / Flächen im  $R^3$  / Funktionen mit 2 Variablen / Optimierungsprobleme / Abbildungen / Matrizen

#### *Anwendungen der Differential- und Integralrechnung*

Integrationsmethoden / Oberflächeninhalte / Bogenlängen / Erfassen technisch wichtiger Kurven (z.B. Rollkurven, Parallelkurven, Evoluten, Evolventen, ...) / Differentialgleichungen / Schwingungen / Reihenentwicklungen

#### *Computerunterstützte Problemlösungen*

Ausgewählte Kapitel der numerischen Mathematik / Simulationsprobleme / Fraktale und Chaos / Elemente einer Programmiersprache und deren Anwendung / Einführung in ein Computeralgebrasystem

#### **Ergänzungsstoff**

Mögliche Beispiele:

Astrophysik / Fallstudien etc.

## 4. Querverweise und Möglichkeiten für fächerübergreifenden Unterricht

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Sphärische Trigonometrie:           | Geografie: Kartografie  |
| Vermessung:                         | Geografie: Triangulation, Höhenmessung  |
| Darstellende Geometrie:             | Zeichnen: Perspektive<br>Mathematik: Vektorrechnung                           |
| Optimierungsprobleme:               | Wirtschaftswissenschaften   |
| Parameterdarstellungen von Kurven:  | Physik: Bewegungsabläufe  |
| Differentialgleichungen:            | Biologie: Entwicklung von Populationen  |
| Computerunterstützte Problemlösung: | Je nach Wahl der Probleme sind Verknüpfungen zu fast allen Bereichen denkbar. |

### b) *Physik*

#### 1. Allgemeines

|                 |  |                    |                    |                |
|-----------------|--|--------------------|--------------------|----------------|
| Stundendotation | 1. Klasse<br>4 / 2   | 2. Klasse<br>3 / 3 | 3. Klasse<br>4 / 3 | 4. Klasse<br>3 |
|                 | (Inklusive der im Grundlagenfach ausgewiesenen Lektionen.)<br>Praktikum in Halbklassenunterricht gemäss schulhauseigener Regelung. |                    |                    |                |

#### 2. Leitideen und Richtziel

Die Physik erforscht mit experimentellen und theoretischen Methoden die messend erfassbaren und mathematisch beschreibbaren Erscheinungen und Vorgänge in der Natur. Der Physikunterricht soll diese Art der Auseinandersetzung des menschlichen Denkens mit der Natur sichtbar machen, deren ästhetische Werte vermitteln und zusammen mit anderen Naturwissenschaften das Verständnis für die Natur, den Respekt vor ihr und die Freude an ihr fördern.

Die Physik ist eine experimentelle Naturwissenschaft. Es ist deshalb wichtig, dass der junge Mensch Gelegenheit erhält, selber anregende Experimente, Untersuchungen und vollständige Versuchsauswertungen zu planen und durchzuführen.

Die quantitativen Aspekte, die mathematische Modellierung von Zusammenhängen, aber auch das genaue sprachliche Erfassen von Phänomenen und das Denken in kausalen Zusammenhängen sollen gefördert werden. Die Selbstständigkeit des Denkens soll durch das Analysieren von gesellschaftlich wichtigen Problemen und das Lösen praxisnaher Aufgaben angeregt werden. Besonderes Gewicht wird auf die Behandlung von physikalischen Fragestellungen mit Methoden aus Mathematik und Informatik gelegt.

Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass die physikalische Betrachtungsweise der Natur einerseits durch andere Naturwissenschaften und durch die Mathematik beeinflusst wird, andererseits aber einen grossen Einfluss auf die Entwicklung dieser Wissenschaften ausübt. Es soll klar werden, dass die physikalische Methode eine reduzierende ist und, wie alle Wissenschaften, ihre Grenzen hat. Die Frage der Verantwortung der Naturwissenschaft soll ein wichtiger Diskussionspunkt sein.

Die erworbenen Kenntnisse, Einsichten und Fertigkeiten sollen die Schülerinnen und Schüler befähigen, sich über gesellschaftlich wichtige Fragen der Technik und des Verhältnisses zwischen Mensch und Natur eine Meinung zu bilden. Die Schülerinnen und Schüler sollen auch lernen, sich selbstständig im medialen Angebot über aktuelle naturwissenschaftliche und technische Belange zu orientieren. Die modernen Werkzeuge der Datenerfassung und -analyse, Simulationen und die rechnergestützte Visualisierung sind Bestandteile eines modernen Unterrichtes, dürfen aber nicht dominant werden.

### 3. Grobziele und Lerninhalte

Die Schülerinnen und Schüler sollen die physikalische Arbeitsweise in exemplarischer Auswahl kennen-lernen. Der Weg von der Naturbeobachtung oder von technischen Sachverhalten zu Gesetzmässigkeiten und daraus resultierenden Anwendungen soll nachvollzogen werden können, ebenso das Prinzip der Hypothesenbildung und der Simulation anhand von Modellen. Die Schülerinnen und Schüler sollen die Physik als eine Möglichkeit erfahren, die Natur mit dem menschlichen Geiste zu verstehen; sie sollen aber auch die Begrenztheit der physikalischen Methoden einsehen und einige Stationen der Entwicklungs-geschichte der physikalischen Naturwissenschaften kennenlernen.

Insbesondere sollen folgende Kenntnisse und Fähigkeiten gefördert werden:

- Das Beobachten und sprachliche Beschreiben von Naturabläufen und technischen Vorgängen.
- Der sichere Gebrauch des elementaren Vokabulars der Fachsprache, der Begriffe und der international üblichen Symbole und Masseinheiten.
- Der Umgang mit Lerninhalten, die für ein Studium der Mathematik, der Physik sowie der Ingenieur- und Naturwissenschaften wichtig sind.
- Das Planen, Durchführen, Auswerten und Interpretieren von physikalischen Experimenten.
- Die Anwendung von Methoden aus der Mathematik und der Informatik zur Beschreibung von Zusammenhängen und zum Lösen von realistischen, praxisnahen Problemen.
- Die Beschaffung, Verarbeitung und Verbreitung von Information mit geeigneten Kommunikationsmitteln.
- Das Erkennen von Analogien und des Zusammenhangs zwischen Phänomenen.
- Das Erkennen von Verbindungen zu anderen Fächern.
- Das Bewusstwerden von Verantwortung und ethischen Fragen in Zusammenhang mit Anwendungsformen aller Naturwissenschaften.

#### Lerninhalte 1. und 2. Klasse

##### *Orientierung in Raum und Zeit. Energie*

- Beobachten, messen, auswerten, darstellen, interpretieren
- Diagramme zur Beschreibung von Bewegungen
- Gleichförmige und beschleunigte Bewegung. Schiefer Wurf
- Kräfte als Vektoren. Kraftarten.
- Gleichgewicht: einfache statische Probleme
- Reibung und Luftwiderstand
- Arbeit, Leistung, Energie
- Energieformen, Energieerhaltung
- Impuls und Impulserhaltung
- Kreisbewegung, Gravitation

##### *Struktur und Eigenschaften der Materie*

- Teilchenmodell des idealen Gases
- Wärmebewegung und die absolute Temperaturskala
- Kinetische Theorie der Wärme
- Historische Entwicklung des Atombegriffes
- Struktur der festen Materie
- Eigenschaften von Flüssigkeiten und Gasen

##### *Wärme und Entropie*

- Wärmespeicherung, schmelzen und verdampfen mit Anwendungen in Klima, Wetter und Alltag
- Thermische Energiewandler: Motoren, Kraftwerke und Kühlmaschinen
- Asymmetrie der thermischen Energieumwandlung, Reversibilität
- Entropie und Information
- Mechanismen des Wärmetransports: Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung und Weltklima

##### *Elektrizität und Magnetismus*

- Das elektrische Feld von ruhenden Ladungsverteilungen
- Elektrische Spannung und elektrischer Strom
- Elektrische Leitungsvorgänge und ihre Beeinflussung
- Stromkreise mit und ohne Verzweigungen
- Erzeugung, Transport und Umwandlung von elektrischer Energie

- Elektrizität im Haushalt. Wechselspannung
- Leitungsmechanismen in Elektrolyten, Metallen und Halbleitern
- Transistoren, einfache digitalelektronische Schaltungen
- Magnetische Wirkung des elektrischen Stromes
- Lorentzkraft und ihre Anwendung in der Technik
- Entdeckung der elektromagnetischen Induktion und ihre Folgen für die Gesellschaft
- Generatoren und Transformatoren
- Selbstinduktion, magnetische und elektrische Feldenergie
- Ohmscher Widerstand, Kapazität und Induktivität im Wechselstromkreis
- Elektrischer Strom aus Licht

### **Lerninhalte 3. und 4. Klasse**

#### *Schall und Licht*

- Harmonische Schwingung und die Überlagerung von Schwingungen
- Erzeugung von Schall und Licht und ihre Wahrnehmung
- Beugung und Interferenz
- Reflexion, Brechung und Dispersion und ihre Anwendung in optischen Instrumenten
- Stehende Wellen und Resonanz
- Musik und Physik
- Spektren als Fingerabdrücke von Schall- und Lichtquellen
- Elektromagnetische Wellen, ihre Erzeugung und ihre Wechselwirkung mit der Materie
- Innerer Zusammenhang zwischen Licht und Elektrizität
- Dopplereffekt

#### *Quanten und Relativität*

- Photonen und ihre Wechselwirkung mit der Materie
- Relativität von Länge, Zeit und Masse
- Trägheit der Energie und der Impuls von Photonen
- Konflikt zwischen Wellen- und Teilchenbild
- Kernenergie
- Entdeckung, Anwendungen und Problematik der Radioaktivität
- Kernfusion: Die Energiequelle der Sterne
- Einfache Atommodelle : die Quantisierung von Energie und Drehimpuls
- Quarks: die letzten Bausteine?

### **Lerninhalte 4. Klasse**

Repetition anhand exemplarischer Fragestellungen, die sowohl physikalische Vorkenntnisse als auch Methoden der angewandten Mathematik erfordern, wie z. B.

- Differentialgleichungen in den Naturwissenschaften. Einfache numerische Lösungsverfahren an geeigneten Beispielen
- Das Prinzip von Fermat als Minimalproblem
- Anwendungen der Integralrechnung: Schwerpunkt, Trägheitsmoment, physikalisches Pendel
- Die komplexen Zahlen in der Elektrotechnik
- Skalar- und Vektorprodukt in der Physik
- Kegelschnitte in der Physik : Kepler'sche Gesetze, Fernrohre
- Fourierreihen und Spektralzerlegung
- Chaos und Fraktale an geeigneten Beispielen. Der Begriff des Phasenraumes.
- Beschreibende Statistik und Stochastik an physikalischen Beispielen
- Eigenwerte am Beispiel der gekoppelten Pendeln
- Koordinatentransformationen und Erhaltungssätze
- Himmelsmechanik, ev. mit Berechnung von Sonnenuhren
- Die Simulation von Realität
- Die Mathematik und die Physik der Bildbearbeitung
- Was ist Symmetrie?

## **4. Querverweise und Möglichkeiten für fächerübergreifenden Unterricht**

|             |   |
|-------------|---|
| Deutsch     | Sprachliches Erfassen von Naturgesetzen und Bewegung<br>Goethes Naturwissenschaft<br>Naturwissenschaftliche Wahrheit und andere Wahrheiten.   |
| Mathematik  | Funktionen, Approximation von Messwerten,<br>Grenzwertbegriff, Ableitung, beschreibende Statistik<br>Astronomische Entfernungsbestimmung, Kegelschnitte<br>Harmonische Funktion, Fourieranalyse, Intervalle und Stimmungen,<br>Lautstärkeskalen |
| Chemie      | Chemismus von Brennstoffen, Umweltverträglichkeit   |
| Biologie    | Energieproduktion und Biosphäre<br>Physiologie und Optik des Auges<br>Physiologie des Ohres, Schallreizverarbeitung<br>Die Informationsverarbeitung im Gehirn   |
| Geografie   | Erde als Planet, Satellitenerkundung  |
| Wirtschaft  | Effizienz von Energieübertragung und -umwandlung  |
| Philosophie | Mensch und Universum, Evolution des Denkens<br>Ethik: Die Verantwortung des Wissenschaftlers  |
| Musik       | Klangspektren von Instrumenten und Stimme   |
| Zeichnen    | Farbmischung, Spektren von Lichtquellen, Strukturen<br>Wahrnehmung und optische Täuschung   |
| Sport       | Erfassen von Bewegungen in verschiedenen Sportarten   |