



# Lehrplan

für die Sekundarstufe II  
Fachgymnasium



# Mathematik

Herausgeber:

2002 - Ministerium für Bildung, Wissenschaft,  
Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein  
Brunswiker Straße 16-22  
24105 Kiel  
Lehrpläne im Internet: <http://lehrplan.lernnetz.de>

Druck und Vertrieb:

Glückstädter Werkstätten  
Stadtstraße 36  
25348 Glückstadt  
Telefon (0 41 24) 6 07-0  
Telefax (0 41 24) 6 07-1 88

# Einführung

Die Lehrpläne für die Sekundarstufe II (Gymnasium, Gesamtschule, Fachgymnasium) gliedern sich - wie die Lehrpläne für die Sekundarstufe I - in zwei aufeinander bezogene Teile: die Grundlagen und die Fachlichen Konkretionen.

## I. Grundlagen

Der Grundlagenteil beschreibt das allen Fächern gemeinsame Konzept des Lernens und die aus ihm folgenden Grundsätze der Unterrichtsgestaltung und der Leistungsbewertung.

## II. Fachliche Konkretionen

Im Mittelpunkt dieses zweiten Teils stehen die Aufgaben und Anforderungen, die sich aus dem Konzept des Lernens für den jeweiligen Fachunterricht ergeben.

Die im ersten Teil dargestellten Grundsätze (B, Kapitel 1-6) werden im zweiten Teil unter den Gesichtspunkten der einzelnen Fächer aufgenommen und konkretisiert. Diese Grundsätze bestimmen daher auch den Aufbau der Fachlichen Konkretionen:

<b>I. Grundlagen, Abschnitt B</b>	<b>II. Fachliche Konkretionen</b>
1. Lernausgangslage	1. Lernausgangslage
2. Perspektiven des Lernens	2. Fachliches Lernen als Erwerb von Kompetenzen
3. Das Lernen in den Strukturen von Fächern	3. Strukturen des Faches
4. Grundsätze der Unterrichtsgestaltung	4. Themen des Unterrichts
5. Projektlernen	5. Projektlernen
6. Leistungen und ihre Bewertung	6. Leistungen und ihre Bewertung

Die Lehrpläne geben in beiden Teilen - in den Grundlagen und in den Fachlichen Konkretionen - einen verbindlichen Rahmen für Erziehung, Unterricht und Schulleben vor, der die Vergleichbarkeit und Qualität der schulischen Bildungsgänge und -abschlüsse sicherstellt.

Innerhalb dieses Rahmens eröffnen die Lehrpläne allen an der Schule Beteiligten vielfältige Möglichkeiten zur pädagogischen Gestaltung und Weiterentwicklung ihrer Schule. Insbesondere durch das Konzept des Lernens in fächerübergreifenden Zusammenhängen und Projekten geben die Lehrpläne Anstöße zur Entwicklung und Umsetzung eines curricular begründeten Schulprogramms.

# Inhaltsverzeichnis

<b>I Grundlagen</b>	<b>1</b>
<b>A Die gymnasiale Oberstufe</b>	<b>2</b>
<b>1 Ziele der gymnasialen Oberstufe</b>	<b>3</b>
1.1 Vertiefte Allgemeinbildung . . . . .	3
1.2 Wissenschaftspropädeutisches Arbeiten . . . . .	3
1.3 Studier- und Berufsfähigkeit . . . . .	4
<b>2 Organisationsformen der gymnasialen Oberstufe</b>	<b>5</b>
2.1 Aufbau der gymnasialen Oberstufe . . . . .	5
2.2 Das Fachgymnasium . . . . .	7
<b>B Das Konzept des Lernens in der gymnasialen Oberstufe</b>	<b>8</b>
<b>1 Lernausgangslage</b>	<b>9</b>
<b>2 Perspektiven des Lernens</b>	<b>10</b>
2.1 Lernen als Auseinandersetzung mit Kernproblemen . . . . .	10
2.2 Lernen als Erwerb von Kompetenzen . . . . .	11
<b>3 Das Lernen in den Strukturen von Fächern</b>	<b>14</b>
3.1 Das Lernen in fachlichen Zusammenhängen . . . . .	14
3.2 Das Lernen in fächerübergreifenden Zusammenhängen . . . . .	14
<b>4 Grundsätze der Unterrichtsgestaltung</b>	<b>16</b>
4.1 Lernen in thematischen Zusammenhängen . . . . .	16
4.2 Lernen in vielfältigen Arbeitsformen . . . . .	17
4.3 Lernen in einer sich öffnenden Schule . . . . .	17
<b>5 Projektlernen</b>	<b>19</b>
5.1 Methodikunterricht im 11. Jahrgang . . . . .	19
5.2 Projektlernen im 12. Jahrgang . . . . .	19
5.3 Projektlernen im 13. Jahrgang . . . . .	20
<b>6 Leistungen und ihre Bewertung</b>	<b>21</b>
6.1 Bewertungskriterien . . . . .	21
6.2 Beurteilungsbereiche . . . . .	22
6.3 Notenfindung . . . . .	23

<b>II</b>	<b>Fachliche Konkretionen</b>	<b>25</b>
<b>1</b>	<b>Lernausgangslage</b>	<b>26</b>
<b>2</b>	<b>Fachliches Lernen als Erwerb von Kompetenzen</b>	<b>27</b>
2.1	Der Beitrag des Faches zum Erwerb der Lernkompetenz . . . . .	27
2.2	Beiträge des Faches zum Lernen in anderen Fächern . . . . .	29
<b>3</b>	<b>Strukturen des Faches</b>	<b>31</b>
3.1	Didaktische Leitlinien . . . . .	31
3.2	Bereiche und Sachgebiete . . . . .	32
<b>4</b>	<b>Themen des Unterrichts</b>	<b>33</b>
4.1	Themenorientiertes Arbeiten . . . . .	33
4.2	Kursthemen . . . . .	33
4.3	Aussagen zur Verbindlichkeit . . . . .	34
4.4	Themen und Inhalte . . . . .	34
4.5	Jahrgangsstufe 13: Substitutionskurse Mathematik - Informatik . . . . .	42
<b>5</b>	<b>Projektlernen</b>	<b>48</b>
5.1	Das Fach und das Projektlernen . . . . .	48
5.2	Das Projektlernen im 12. Jahrgang . . . . .	48
5.3	Das Projektlernen im 13. Jahrgang . . . . .	50
<b>6</b>	<b>Leistungen und ihre Bewertung</b>	<b>51</b>
6.1	Unterrichtsbeiträge . . . . .	51
6.2	Klausuren . . . . .	53



**Teil I**

**Grundlagen**

# Abschnitt A

## Die gymnasiale Oberstufe

Die Lehrpläne für die gymnasiale Oberstufe knüpfen an die Bildungs- und Erziehungskonzeption an, die den Lehrplänen für die weiterführenden allgemeinbildenden Schulen der Sekundarstufe I zugrunde liegt. Wie diese gehen sie von dem im Schleswig-Holsteinischen Schulgesetz (SchulG) formulierten Bildungs- und Erziehungsauftrag aus.

Die Lehrpläne berücksichtigen den Rahmen, der durch die „Vereinbarung zur Gestaltung der Gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II“ gesetzt ist (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.07.1972 in der Fassung vom 28.02.1997). Im Sinne dieser Beschlüsse der Kultusministerkonferenz werden die Ziele der gymnasialen Oberstufe im Folgenden unter den Aspekten vertiefte Allgemeinbildung, Wissenschaftspropädeutik sowie Studien- und Berufsfähigkeit beschrieben.

# Kapitel 1

## Ziele der gymnasialen Oberstufe

### 1.1 Vertiefte Allgemeinbildung

Die in der Sekundarstufe I erworbene allgemeine Grundbildung wird in der gymnasialen Oberstufe unter den folgenden Gesichtspunkten vertieft:

Vertiefte Allgemeinbildung

- zielt ab auf die vielseitige Entwicklung von Interessen und Fähigkeiten in möglichst vielen Bereichen menschlichen Lebens
- vermittelt die Einsicht in allgemeine Zusammenhänge und in die alle Menschen gemeinsam angehenden Problemstellungen
- ermöglicht die Orientierung und Verständigung innerhalb des Gemeinwesens und sichert die verantwortliche Teilhabe am öffentlichen Leben. Zur Bildung gehört so auch die Einsicht in die gesellschaftliche Bedeutung des Erlernten und in seine ökonomische Relevanz. In diesem Sinne ist Berufsorientierung ein unverzichtbares Element schulischer Bildung, die damit berufliche Ausbildung weder vorweg nimmt noch überflüssig macht.

Das hier zugrunde gelegte Verständnis von vertiefender Allgemeinbildung schließt das Konzept der Integration behinderter Schülerinnen und Schüler ein. Im gemeinsamen Unterricht von behinderten und nichtbehinderten Schülerinnen und Schülern sind die Lehrpläne daher in der Differenzierung umzusetzen, die eine individuelle Förderung behinderter Schülerinnen und Schüler ermöglicht.

### 1.2 Wissenschaftspropädeutisches Arbeiten

Wissenschaftspropädeutisches Lernen erzieht zu folgenden Einstellungen, Arbeits- und Verhaltensweisen:

- zum Erwerb gesicherten fachlichen Wissens und zur Verfügung darüber auch in fachübergreifenden Zusammenhängen

- zum Erwerb von Methoden der Gegenstandserschließung, zur selbständigen Anwendung dieser Methoden sowie zur Einhaltung rationaler Standards bei der Erkenntnisbegründung und -vermittlung
- zur Offenheit gegenüber dem Gegenstand, zur Reflexions- und Urteilsfähigkeit, zur Selbstkritik
- zu verlässlicher sach- und problembezogener Kooperation und Kommunikation.

Wissenschaftspropädeutisches Arbeiten basiert auf den in der Sekundarstufe I erworbenen Kulturtechniken. Es stärkt insbesondere den sachorientierten Umgang mit der Informationstechnik und den neuen Medien und eröffnet Nutzungsmöglichkeiten, an die im Hochschulstudium sowie in der Berufsausbildung und -tätigkeit angeknüpft werden kann.

### 1.3 Studier- und Berufsfähigkeit

Der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe orientiert sich am Ziel der allgemeinen Studierfähigkeit und der Berufsfähigkeit.

Der erfolgreiche Abschluss der gymnasialen Oberstufe qualifiziert sowohl für ein Hochschulstudium (Allgemeine Hochschulreife) als auch für eine anspruchsvolle Berufsausbildung bzw. -tätigkeit.

Angesichts der Vielzahl der Berufe und der Schnelligkeit, mit der sich Berufsbilder und berufliche Anforderungen weltweit ändern, werden in der gymnasialen Oberstufe Kompetenzen erworben, die für jede Berufstätigkeit von Bedeutung sind, weil sie die Schülerinnen und Schüler befähigen, sich auch in den Zusammenhängen der Arbeitswelt lernend zu verhalten. Im Besonderen geht es darum, eigene Begabungen, Bedürfnisse und Interessen im Hinblick auf die Berufswahl und die Berufsausübung zu erkennen, zu prüfen und zu artikulieren, und zwar unter dem Aspekt sowohl unselbständiger als auch selbständiger Beschäftigung.

Jeder Unterricht vermittelt mit den genannten Kompetenzen auch Kenntnisse von der Berufs- und Arbeitswelt. Dies sind im Einzelnen Kenntnisse über

- Berufsfelder und Studiengänge
- Strukturen und Entwicklungen des Arbeitsmarktes
- Bedingungen und Strategien der Verwertung von Qualifikationen
- Möglichkeiten und Aufgaben der verantwortlichen Mitwirkung an der Gestaltung vorgefundener Arbeitsbedingungen

Wirtschaftliche, rechtliche und gesellschaftliche Zusammenhänge sind Inhalte des Unterrichts in allen Fächern, besonders der Fächer im gesellschaftswissenschaftlichen Aufgabenfeld. Der Blick auf solche Zusammenhänge und der Erwerb entsprechender Kenntnisse sind darüber hinaus auch eine Aufgabe fächerübergreifenden Arbeitens und des Projektlernens.

# Kapitel 2

## Organisationsformen der gymnasialen Oberstufe

### 2.1 Aufbau der gymnasialen Oberstufe

Die gymnasiale Oberstufe gliedert sich in die Einführungsphase (11. Jahrgang) und in die Qualifikationsphase (12. und 13. Jahrgang). Näheres ist in der Oberstufenverordnung (OVO) und in der Fachgymnasiumsverordnung (FgVO) geregelt.

#### 2.1.1 Einführungsphase (11. Jahrgang)

Der Unterricht im 11. Jahrgang hat die Aufgabe, Schülerinnen und Schüler auf die Anforderungen der Qualifikationsphase vorzubereiten. Dies geschieht in mehrfacher Hinsicht:

- In den Fächern werden die Grundlagen für wissenschaftspropädeutisches Arbeiten gelegt, zugleich werden Unterschiede in der fachlichen Vorbildung der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt und, wenn möglich, ausgeglichen.
- Der Fachunterricht bietet einen Einblick in Strukturen und Methoden des Faches, der Schülerinnen und Schüler befähigt, die Leistungskursfächer sachgerecht zu wählen.
- Im Fachunterricht erfahren Schülerinnen und Schüler auch, dass Lernen nicht an Fächergrenzen endet. Die Einsicht in die Notwendigkeit vernetzten und fächerübergreifenden Denkens und Arbeitens wird weiterentwickelt.
- Im Methodikunterricht werden elementare Formen und Verfahren wissenschaftspropädeutischen Arbeitens, die in allen Fächern gebraucht werden, vermittelt und eingeübt (vgl. Lehrplan Methodik; zum Beitrag des Methodikunterrichts zum Projektlernen vgl. B, Kap. 5). Der Methodikunterricht ist im Gymnasium und in der Gesamtschule als eigenes Fach organisiert (vgl. OVO), im Fachgymnasium kann er auch in den Fachunterricht integriert werden (vgl. FgVO).

## 2.1.2 Qualifikationsphase (12. und 13. Jahrgang)

In der Qualifikationsphase werden die Jahrgangsklassen durch ein System von Grund- und Leistungskursen abgelöst. Die Kurse sind themenbestimmt. Sie dauern ein halbes Jahr. Im Sinne einer sowohl temporären als auch curricularen Folge bauen sie aufeinander auf. Grund- und Leistungskurse sind bezogen auf das gemeinsame Konzept einer wissenschaftspropädeutisch vertiefenden und um Berufsorientierung erweiterten Allgemeinbildung. In jeweils spezifischer Weise tragen sie zur Vermittlung der allgemeinen Studierfähigkeit und der Berufsfähigkeit bei.

### Grundkurse

Grundkurse zielen auf

- das Erfassen grundlegender Sachverhalte, Probleme und Zusammenhänge in einem Fach sowie die Sicherung des fachlichen Beitrags zur Allgemeinbildung
- die Beherrschung wesentlicher Arbeitsmethoden des Faches
- die Erkenntnis exemplarischer fächerübergreifender Zusammenhänge

Dies verlangt im Unterricht

- eine Stärkung des fachlichen Grundwissens sowie der Kenntnisse, die einen Überblick über das Fach vermitteln
- besondere Sorgfalt bei der Auswahl fachspezifischer Methoden
- ein Training in Arbeitstechniken, die Transferleistungen ermöglichen

### Leistungskurse

Leistungskurse zielen auf

- einen höheren Grad der Reflexion theoretischer Grundlagen und Zusammenhänge in einem Fach
- ein größeres Maß an Selbständigkeit bei der Auswahl und Anwendung von Methoden
- eine engere Verknüpfung von fachbezogenem und fächerübergreifendem Arbeiten

Dies verlangt im Unterricht

- Vertiefung des fachlichen Grundwissens und Einblicke in die theoretischen Grundlagen des Faches
- Vermittlung und Training vielfältiger fachspezifischer Methoden
- Anleitung zur Selbstorganisation bei komplexen, materialreichen Aufgaben

Das besondere Profil der Leistungskurse wird auch deutlich in ihrem Beitrag zum Projektlernen im 12. Jahrgang (vgl. B, Kap. 5).

## 2.2 Das Fachgymnasium

Die genannten Ziele der gymnasialen Oberstufe gelten für das Gymnasium, die Gesamtschule und für das Fachgymnasium.

Das Fachgymnasium ist als eigenständige Schulart den berufsbildenden Schulen zugeordnet (vgl. SchulG) und unterscheidet sich vom Gymnasium und der Gesamtschule durch Besonderheiten in der Lernausgangslage und durch die besondere Ausprägung der Berufsorientierung.

### **Besonderheiten der Lernausgangslage**

Das Fachgymnasium bietet - nach SchulG und FgVO - Schülerinnen und Schülern mit einem überdurchschnittlichen Realschulabschluss bzw. mit einem gleichwertigen Bildungsabschluss die Möglichkeit, die Allgemeine Hochschulreife zu erwerben.

Auf diese unterschiedlichen Bildungsgänge der Schülerinnen und der Schüler stellt sich der Unterricht im Fachgymnasium, besonders in der Einführungszeit, durch differenzierte und spezifische Lernarrangements ein.

### **Die besondere Ausprägung der Berufsorientierung**

Die besondere Ausprägung der Berufsorientierung zeigt sich in den fünf Schwerpunkten (Zweigen), nach denen das Fächerangebot des Fachgymnasiums zusammengestellt und gegliedert ist: Ernährung, Gesundheit und Soziales, Technik, Wirtschaft sowie Agrarwirtschaft (vgl. FgVO). Diese Schwerpunkte sind bestimmten Wissenschaftsdisziplinen zugeordnet und entsprechen weitgehend einzelnen Berufsfeldern. Durch die Wahl eines berufsbezogenen Schwerpunktfaches, das im 12. und 13. Jahrgang zum zweiten Leistungskursfach wird, entscheiden sich die Schülerinnen und Schüler im 11. Jahrgang für einen dieser Zweige und damit auch für eine Fächerkonstellation, die durch die berufsbezogene ebenso wie durch die wissenschaftspropädeutische Orientierung geprägt ist.

Die Lehrpläne berücksichtigen die Gemeinsamkeiten und die Unterschiede zwischen dem Gymnasium und der Gesamtschule einerseits und dem Fachgymnasium andererseits auf folgende Weise:

- Die Lehrpläne für alle drei Schularten sind in allen Fächern nach einem gemeinsamen didaktischen Konzept erstellt (vgl. Abschnitt B der Grundlagen). Damit wird der gemeinsamen Zielsetzung ebenso Rechnung getragen wie der Möglichkeit der Kooperation zwischen den Schularten (vgl. FgVO und OVO).
- Die Lehrpläne der Fächer, die sowohl im Fachgymnasium als auch im Gymnasium und in der Gesamtschule unterrichtet werden, sind entweder schulartspezifisch ausformuliert (Mathematik, Biologie, Chemie, Physik) oder lassen Raum bzw. liefern Hinweise für die Ausgestaltung des jeweiligen Schulartprofils (Deutsch, Fremdsprachen, Bildende Kunst, Musik, Ev. und Kath. Religion, Philosophie, Sport).

## Abschnitt B

# Das Konzept des Lernens in der gymnasialen Oberstufe

Im Rahmen der dargestellten Ziele und Organisationsformen entfalten die Lehrpläne ein didaktisches Konzept, das schulische Bildung als Prozess und Ergebnis des Lernens versteht: Schulisches Lernen fördert und prägt die Entwicklung der Lernenden nachhaltig und befähigt sie zu einem selbstbestimmten Lernen und Leben.

Das Konzept des Lernens geht aus von der Situation der Lernenden und entfaltet auf sie bezogen die Grundsätze der Unterrichtsgestaltung und der Leistungsbewertung.

# Kapitel 1

## Lernausgangslage

Die Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe lernen in einem Umfeld, das durch unterschiedliche Lebensformen und Wertorientierungen bestimmt ist. Ihre Entwicklung wird beeinflusst durch verschiedene kulturelle Traditionen, religiöse Deutungen, wissenschaftliche Bestimmungen, politische Interessen. Diesen Pluralismus einer offenen Gesellschaft erfahren sie als eine Bereicherung ihres Lebens, aber auch als Verunsicherung.

Die Schülerinnen und Schüler lernen in dem Wunsch, an dem Leben dieser Gesellschaft aktiv teilzunehmen und ihre Vorstellungen von einer wünschenswerten Zukunft zu verwirklichen. Dabei erfahren sie auch Widerstände.

Die Schülerinnen und Schüler lernen in einer Gesellschaft, die durch unterschiedliche Medien und vielfältige Informationsflüsse geprägt ist. Dies erweitert den Horizont ihrer Erfahrungen. Die Zunahme solcher Erfahrungen aus zweiter Hand beeinträchtigt aber auch die Fähigkeit, die Welt auf eigene Weise wahrzunehmen und der eigenen Erfahrung zu trauen.

Die Schülerinnen und Schüler lernen in einer Welt, in der sich die Strukturen des Wirtschafts- und Arbeitslebens rapide und grundlegend verändern. Sie erfahren diese weltweiten Veränderungen als Chance und als Risiko, wenn sie nach beruflicher Orientierung und Teilhabe am Erwerbsleben suchen.

Die Schülerinnen und Schüler lösen sich Schritt für Schritt aus der Familie und aus ihrer gewohnten Umgebung. Beziehungen zu anderen Menschen und Identifikationen mit Gruppen werden neu entwickelt und gestaltet. Damit werden neue Anforderungen an die Eigenverantwortung und Selbständigkeit der Schülerinnen und Schüler gestellt. Dies führt auch zu veränderten Anforderungen an die Schule.

# Kapitel 2

## Perspektiven des Lernens

Um das schulische Lernen auf das Notwendige und Mögliche zu konzentrieren, bedarf es leitender Perspektiven. Diese ergeben sich in inhaltlicher Hinsicht aus einem Verständnis des Lernens als Auseinandersetzung mit Kernproblemen, in formaler Hinsicht aus einem Verständnis des Lernens als Erwerb von Kompetenzen.

### 2.1 Lernen als Auseinandersetzung mit Kernproblemen

Lernen geschieht mit Blick auf Herausforderungen, vor die sich der Lernende gestellt sieht, und zwar

- in Grundsituationen seines individuellen Lebens
- in seinem Verhältnis zur natürlichen Umwelt
- in seinem Verhältnis zur wissenschaftlich technischen Zivilisation und zur Kultur
- in seinem Zusammenleben mit anderen

Kernprobleme artikulieren gegenwärtige und zukünftige Herausforderungen und Aufgaben, wie sie sich sowohl in der Lebensgestaltung des Einzelnen als auch im politischen Handeln der Gesellschaft stellen. Der Blick auf solche Probleme begründet die individuelle Absicht und die gesellschaftliche Notwendigkeit des Lernens.

Die Beschäftigung mit Kernproblemen richtet sich insbesondere auf

- die Bestimmung und Begründung von Grundwerten menschlichen Zusammenlebens sowie die Untersuchung ihrer Gefährdungen und Ausgestaltungsmöglichkeiten. Solche Grundwerte sind der Frieden, die Menschenrechte, das Zusammenleben in der Einen Welt mit unterschiedlichen Kulturen, Religionen, Gesellschaftsformen, Völkern und Nationen (Kernproblem 1: „Grundwerte“)
- die Einsicht in den Wert der natürlichen Lebensgrundlagen und der eigenen Gesundheit, in die Notwendigkeit ihrer Pflege und Erhaltung sowie in die Ursachen ihrer Bedrohung (Kernproblem 2: „Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen“)

- die Einsicht in Chancen und Risiken, die in der Veränderung der wirtschaftlichen, technischen und sozialen Lebensbedingungen liegen und die Abschätzung ihrer Folgen für die Gestaltung unserer Lebensverhältnisse (Kernproblem 3: „Strukturwandel“)
- die Bestimmung und Begründung des Prinzips der Gleichstellung von Frauen und Männern, Mädchen und Jungen in Familie, Beruf und Gesellschaft sowie die Untersuchung seiner Gefährdungen und Ausgestaltungsmöglichkeiten (Kernproblem 4: „Gleichstellung“)
- die Bestimmung und Begründung des Rechts aller Menschen zur Gestaltung ihrer politischen, kulturellen und wirtschaftlichen Lebensverhältnisse, zur Mitwirkung und Mitverantwortung in allen Lebensbereichen sowie die Untersuchung der Gefährdungen und Ausgestaltungsmöglichkeiten dieses Rechts (Kernproblem 5: „Partizipation“).

Die Orientierung an Kernproblemen stellt Kriterien zur Auswahl und Akzentuierung notwendiger Themen für das Lernen in fachlichen und fächerübergreifenden Zusammenhängen bereit.

## 2.2 Lernen als Erwerb von Kompetenzen

Lernend erwerben Schülerinnen und Schüler Kompetenzen, die ihnen eine Antwort auf die Herausforderungen ermöglichen, denen sie in ihrem Leben begegnen.

Jedes Fach leistet seinen spezifischen Beitrag zum Erwerb dieser Kompetenzen und gewinnt dadurch sein besonderes Profil. Dabei wird das Lernen auch selbst zum Gegenstand des Lernens. Die Schülerinnen und Schüler sammeln Lernerfahrungen, die Grundlage für ein Lernen des Lernens sind.

### 2.2.1 Erwerb von Lernkompetenz

Der Erwerb von Lernkompetenz schafft die Voraussetzungen für ein erfolgreiches Weiterlernen und eröffnet die Möglichkeit, sich ein Leben lang und in allen Lebenszusammenhängen lernend zu verhalten.

Lernkompetenz wird unter den Aspekten der Sach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz erworben:

**Sachkompetenz** meint die Fähigkeit, einen Sachverhalt angemessen zu erfassen, erworbenes Wissen in Handlungs- und neuen Lernzusammenhängen anzuwenden, Erkenntniszusammenhänge zu erschließen und zu beurteilen.

**Methodenkompetenz** meint die Fähigkeit, das Erfassen eines Sachverhalts unter Einsatz von Regeln und Verfahren ergebnisorientiert zu gestalten; über grundlegende Arbeitstechniken sicher zu verfügen, insbesondere auch über die Möglichkeiten der Informationstechnologie.

**Selbstkompetenz** meint die Fähigkeit, die eigene Lernsituation wahrzunehmen, d.h. eigene Bedürfnisse und Interessen zu artikulieren, Lernprozesse selbständig zu planen und durchzuführen, Lernergebnisse zu überprüfen, ggf. zu korrigieren und zu bewerten.

**Sozialkompetenz** meint die Fähigkeit, die Bedürfnisse und Interessen der Mitlernenden wahrzunehmen, sich mit ihren Vorstellungen von der Lernsituation (selbst)kritisch auseinander zu setzen und erfolgreich mit ihnen zusammenzuarbeiten.

Sach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz bedingen, durchdringen und ergänzen einander. Sie sind Aspekte einer als Ganzes zu vermittelnden Lernkompetenz. Die so verstandene Lernkompetenz ist auf Handeln gerichtet, d.h. sie schließt die Fähigkeit des Einzelnen ein, sich in gesellschaftlichen, beruflichen und privaten Handlungszusammenhängen verantwortlich zu verhalten.

## 2.2.2 Erwerb von Kompetenzen in fächerübergreifenden Bereichen

Jeder Fachunterricht trägt dazu bei, Kompetenzen auch in den Bereichen zu erwerben, die seiner fachlichen Orientierung nicht unmittelbar zuzuordnen sind, diese aber erweitern und vertiefen. Dadurch begründet der Kompetenzerwerb auch das Lernen in fächerübergreifenden Zusammenhängen.

Alle Fächer unterstützen den Kompetenzerwerb in folgenden Bereichen:

### Deutschsprachlicher Bereich

- mündlicher und schriftlicher Ausdruck in der deutschen Sprache, Umgang mit Texten; sprachliche Reflexion

### Fremdsprachlicher Bereich

- Hören, Sprechen, Lesen, Schreiben in fremden Sprachen

### Mathematischer Bereich

- Umgang mit mathematischen Symbolen und Modellen, mit Methoden mathematisierender Problemlösung; Entwicklung und Anwendung von computergestützten Simulationen realer Prozesse und Strukturen

### Informationstechnologischer Bereich

- Nutzung der Informations- und Kommunikationstechnologien

### Gesellschaftswissenschaftlicher Bereich

- Erfassen von Bedingungen (historischen, geographischen, politischen, ökonomischen, ökologischen) des individuellen wie des gesellschaftlichen Lebens, Denkens und Handelns

### Naturwissenschaftlicher Bereich

- empirisch-experimentelles Forschen, Entdecken und Konstruieren in Naturwissenschaften und Technik

### Ästhetischer Bereich

- ästhetisches Wahrnehmen, Empfinden, Urteilen und Gestalten

### **Sportlicher Bereich**

- sportliches Agieren, Kenntnis physiologischer Prozesse und Bedingungen; regelgeleitetes und faires Verhalten im Wettkampf

### **Philosophisch-religiöser Bereich**

- Denken und Handeln im Horizont letzter Prinzipien, Sinndeutungen und Wertorientierungen

Für die Ausprägung der Studierfähigkeit sind die in den ersten drei Bereichen erworbenen Kompetenzen von herausgehobener Bedeutung (vgl. KMK-Vereinbarung vom 28.02.1997).

# Kapitel 3

## Das Lernen in den Strukturen von Fächern

### 3.1 Das Lernen in fachlichen Zusammenhängen

Das fachliche Lernen ist eine der grundlegenden Formen schulischen Lernens. Der Fachunterricht baut Lernkompetenz unter fachlichen Gesichtspunkten auf und leistet somit einen wesentlichen Beitrag zur vertiefenden Allgemeinbildung. Er entfaltet im Hinblick auf die Fachwissenschaft Lerngegenstände und eröffnet den Lernenden eine Möglichkeit, die Welt zu verstehen und sie sich aktiv zu erschließen. Er führt in die speziellen Denk- und Arbeitsformen des Faches ein und gibt dadurch dem Lernprozess eine eigene sachliche und zeitliche Systematik. In seiner Kontinuität begründet fachliches Lernen die Möglichkeit, Lernfortschritte zu beobachten und zu beurteilen.

Der Fachunterricht ist jedoch nicht nur durch seinen Bezug auf die jeweilige Fachwissenschaft und Systematik bestimmt, sondern immer auch durch die didaktische und methodische Durchdringung seiner Inhalte sowie durch den Beitrag des Faches zur Bildung und Erziehung.

Mit der Arbeit in den Fächern verbindet sich ein Lernen, das weiterführende Lebens-, Denk- und Handlungszusammenhänge eröffnet, in denen die Schülerinnen und Schüler den Sinn des zu Lernenden erfassen und erfahren können.

### 3.2 Das Lernen in fächerübergreifenden Zusammenhängen

Das Zusammenwirken von fachlichem und fächerübergreifendem Lernen ermöglicht den Erwerb von Lernkompetenz. Der Bezug auf andere Fächer gehört zum wissenschaftlichen und didaktischen Selbstverständnis eines jeden Faches sowie zu seinem pädagogischen Auftrag. Ebenso grundlegend bestimmt das Prinzip fachlich gesicherten Wissens das fächerübergreifende Lernen. Der Zusammenhang beider ist ein wesentliches Merkmal wissenschaftspropädeutischen Arbeitens.

Fächerübergreifende Fragestellungen und Themen entwickeln sich zum einen aus dem Fach selbst und thematisieren so auch die Grenzen des Faches. In diesem Sinne ist fächerübergreifendes Arbeiten Unterrichtsprinzip und verbindliches Element des jeweiligen Fachunterrichts.

Fächerübergreifende Fragestellungen und Themen ergeben sich zum anderen aus der Kooperation verschiedener Fächer in der Bearbeitung eines Problems. In diesem Sinne ist fächerübergreifendes Arbeiten verbindlich im Methodikunterricht, in den Projektkursen und in den Grundkursen, die Grundkurse eines anderen Faches substituieren (vgl. OVO).

Darüber hinaus erweitern die Schulen im Rahmen der Entwicklung eines Schulprogramms oder eines Oberstufenprofils die Möglichkeiten fächerübergreifenden Arbeitens.

# Kapitel 4

## Grundsätze der Unterrichtsgestaltung

Die Orientierung des Lernens an der Auseinandersetzung mit Kernproblemen und am Erwerb von Kompetenzen verlangt eine Unterrichtsgestaltung, die zum einen das Lernen in thematischen Zusammenhängen und zum anderen das Lernen in bestimmten Arbeits- und Sozialformen sicher stellt.

### 4.1 Lernen in thematischen Zusammenhängen

Im Mittelpunkt des Unterrichts stehen Themen, die den fachbezogenen und den fächerübergreifenden Unterricht auf notwendige Fragestellungen konzentrieren. Solche Themen haben sinnstiftende und ordnende Funktion und bilden in sich geschlossene Lernzusammenhänge. Diese Zusammenhänge ergeben sich - in unterschiedlicher Gewichtung - aus:

- den Erfahrungen und Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler
- der Auseinandersetzung mit den Kernproblemen und dem Erwerb von Kompetenzen
- dem fachlichen Bemühen um Wissen, Können und Erkenntnis

Themenorientiertes Arbeiten ist verbindlich.

Ein solches Lernen ist

- handlungsorientiert, d.h.
  - es ist Lernen für Handeln. Es bezieht sich auf Herausforderungen und Aufgaben, die die Lernenden in ihrem privaten, beruflichen und politischen Leben bewältigen müssen
  - es ist Lernen durch Handeln. Lernen durch Handeln vertieft und verstärkt Lernprozesse
  - es ist damit angelegt auf ein ganzheitliches Erfassen des individuellen und gesellschaftlichen Lebens
- lebensweltbezogen, d.h.
  - es erwächst aus Situationen, die für das Leben der Lernenden bedeutsam sind und knüpft an diese an
  - es bleibt im Lernprozess auf die Erfahrungen der Lernenden bezogen

- erkenntnisgeleitet, d.h.
  - es übt ein Verhalten, das sich um Einsichten bemüht und sich durch Einsichten bestimmen lässt
  - es verändert Verhalten durch Einsicht
  - es leitet das Handeln durch die Reflexion auf die Komplexität von Handlungszusammenhängen (ökonomische, ökologische, soziale, politische)

## 4.2 Lernen in vielfältigen Arbeitsformen

Lernen in der gymnasialen Oberstufe zielt auf die Selbständigkeit und Selbsttätigkeit der Lernenden im Lernprozess. Es sind darum solche Arbeits- und Sozialformen zu bevorzugen, die den Lernenden eigene Entscheidungsspielräume und Verantwortung einräumen und ihnen die Chance geben, sich in selbstgesteuerten Lernprozessen mit einem Lerngegenstand aktiv und reflektierend, kreativ und produktiv auseinander zu setzen.

Im einzelnen ergeben sich daraus folgende Forderungen für die Gestaltung des Unterrichts:

- Die Formen des Unterrichts orientieren sich am kooperativen Lernen: Kooperative Arbeitsformen - von der Planung bis zur Präsentation von Ergebnissen - versetzen die Schülerinnen und Schüler in die Lage, eigene Annahmen und Ideen zu Problemlösungen in der Diskussion mit anderen zu überprüfen und zu modifizieren oder auch im Team zu gemeinsam erarbeiteten Ergebnissen zu kommen.
- Die Formen des Unterrichts orientieren sich am Transfer: Lernprozesse sollen auf Anwendung und Übung ausgerichtet sein. Dabei sollen Möglichkeiten und Grenzen der Übertragbarkeit von Erkenntnissen und Verfahren deutlich werden.
- Die Formen des Unterrichts orientieren sich an komplexen Problemen: Die Entwicklung von Kompetenzen verlangt den Umgang mit komplexen lebens- und berufsnahe, ganzheitlich zu betrachtenden Problembereichen. Dafür sind komplexe Lehr- und Lernarrangements wie das Projektlernen in besonderer Weise geeignet (vgl. B, Kap. 5).

Auch solche Arbeitsformen haben ihren Stellenwert, die geeignet sind, fachliche Inhalte und Verfahren lehrgangsartig einzuführen oder einzuüben. Alle Formen des Unterrichts in der gymnasialen Oberstufe sind so zu gestalten, dass in ihnen Lernen als Erwerb von Kompetenzen gefördert wird.

## 4.3 Lernen in einer sich öffnenden Schule

Die genannten Arbeitsformen der gymnasialen Oberstufe verbinden sich mit den Lernmöglichkeiten einer sich öffnenden Schule. Auch die Öffnung der Schule zielt darauf, dass die Schülerinnen und Schüler zunehmend selbst initiativ werden, sich selbst informieren und für ihre Bildung Verantwortung übernehmen.

### 4.3.1 Lernorte in der Berufs- und Arbeitswelt

In den Unterricht zu integrieren sind Begegnungen der Schülerinnen und Schüler mit der Arbeitswelt in Form der

- Wirtschaftspraktika
- Betriebserkundungen
- Projektstage zur beruflichen Orientierung
- Simulationen für betriebs- und volkswirtschaftliche Prozesse
- Teilnahme an Hochschulveranstaltungen
- Gründung und Betrieb von Schulfirmen

Diese den Unterricht ergänzenden und vertiefenden Lernangebote dienen besonders auch der beruflichen Orientierung. Sie bieten den Schülerinnen und Schülern eine Möglichkeit, die im fachlichen wie im fächerübergreifenden Lernen erworbenen Kompetenzen zu erproben und erschließen ihnen dadurch eine wirklichkeitsnahe Erfahrung der Berufs- und Arbeitswelt.

### 4.3.2 Andere außerschulische Lernorte

Zu den außerschulischen Lernorten, die den Erwerb von Kompetenzen in besonderer Weise fördern, gehören die folgenden:

- Die Teilnahme an Auslandsaufenthalten und internationalen Begegnungen im Rahmen der Schulpartnerschaften eröffnen neue transnationale sprachliche und kulturelle Erfahrungen sowie eine Förderung der Persönlichkeitsbildung. Projektgebundene Maßnahmen im Rahmen europäischer Schulpartnerschaften wie auch von Studienfahrten erlauben überdies eine Anwendung und Vertiefung von Kenntnissen und Fertigkeiten in neuen Zusammenhängen.
- Durch die Teilnahme Einzelner oder Gruppen von Schülerinnen und Schüler an Wettbewerben, die sich an Spitzenleistungen orientieren, erfährt das Lernen eine Dimension, in der nachhaltig verschiedene fachliche, methodische und soziale Kompetenzen erprobt werden können. Diese Wettbewerbe machen den besonders Begabten vielfältige Angebote zur Teilnahme.

# Kapitel 5

## Projektlernen

In allen Fächern bildet das Projektlernen einen integralen Bestandteil des Lehrplans.

Beim Projektlernen handelt es sich um ein komplexes Lehr- und Lernarrangement, das wichtige Elemente sowohl für wissenschaftliches als auch für berufliches Arbeiten bereitstellen und somit Studier- und Berufsfähigkeit in besonderer Weise fördern kann.

Diese Form des Lernens wird in der gymnasialen Oberstufe schrittweise erweitert und mit ihren steigenden Anforderungen an selbständiges und methodenbewusstes Arbeiten verbindlich gemacht:

Der Methodikunterricht ist der erste Schritt des Projektlernens in der gymnasialen Oberstufe. Dieser Weg wird in den Leistungskursen des 12. Jahrgangs mit der Durchführung eines Projekts fortgesetzt und schließlich in den Projektkursen des 13. Jahrgangs abgeschlossen.

### 5.1 Methodikunterricht im 11. Jahrgang

Im Methodikunterricht des 11. Jahrgangs werden für das Projektlernen Grundlagen gelegt bzw. weiterentwickelt, indem Themen methodenbewusst und fächerübergreifend erarbeitet werden (vgl. Lehrplan Methodik).

Der Methodikunterricht ist im Gymnasium und in der Gesamtschule als eigenes Fach organisiert (vgl. OVO), im Fachgymnasium kann er auch in den Fachunterricht integriert werden (vgl. FgVO).

### 5.2 Projektlernen im 12. Jahrgang

Die Leistungskurse des 12. Jahrgangs nehmen den Ansatz des Projektlernens aus dem Methodikunterricht auf und üben im Rahmen ihrer fachlichen Orientierung insbesondere kooperative und produktorientierte Arbeitsweisen als Elemente des Projektlernens ein. Hierbei nutzen sie die neuen Informationstechniken.

Im Verlauf des 12. Jahrgangs ist in jedem Leistungskursfach ein Unterrichtsthema als Projekt zu erarbeiten. Leistungen, die im Zusammenhang des Projektlernens erbracht werden, sind sowohl im Beurteilungsbereich Unterrichtsbeiträge als auch im Beurteilungsbereich Klausuren entsprechend zu berücksichtigen (vgl. B, Kap. 6).

In den Grundkursen können - je nach fachlichen und situativen Gegebenheiten und in Abstimmung mit den Leistungskursen des 12. Jahrgangs - projektorientierte Arbeitsformen in den Unterricht integriert werden.

## 5.3 Projektlernen im 13. Jahrgang

Projektkurse sind im Gymnasium und in der Gesamtschule Pflichtgrundkurse in der Jahrgangsstufe 13. Sie können auch als Wahlgrundkurse in der Jahrgangsstufe 12 angeboten werden (vgl. OVO).

Im Fachgymnasium können in den Jahrgangsstufen 12 und 13 Projektkurse (auch schwerpunktübergreifend und als Wahlgrundkurse) angeboten werden (vgl. FgVO).

Die Projektkurse bieten Schülerinnen und Schülern die Chance, Formen des Projektlernens in einem größeren Zeitrahmen selbständig und handelnd zu erproben und zu vertiefen.

In den Projektkursen werden fächerübergreifende Projekte durchgeführt. Ein solches Projekt ist im Wesentlichen gekennzeichnet durch:

- eine Themenwahl, die auch Verbindungen zur Berufs- und Arbeitswelt herstellt und nutzt
- eine selbstverantwortete Gestaltung des Lern- und Arbeitsprozesses
- eine konkrete Problemlösung und ihre Dokumentation

# Kapitel 6

## Leistungen und ihre Bewertung

Die Förderung von Leistungsbereitschaft und -fähigkeit ist für die individuelle Entwicklung der Schülerinnen und Schüler sowie für die Gesellschaft von großer Bedeutung. Leistungen werden nach fachlichen und pädagogischen Grundsätzen ermittelt und bewertet.

Leistungsbewertung wird verstanden als Beurteilung und Dokumentation der individuellen Lernentwicklung und des jeweils erreichten Leistungsstandes. Sie berücksichtigt sowohl die Ergebnisse als auch die Prozesse schulischen Lernens und Arbeitens. Leistungsbewertung dient als Rückmeldung für Schülerinnen und Schüler, Eltern und Lehrkräfte und ist eine wichtige Grundlage für die Beratung und Förderung.

### 6.1 Bewertungskriterien

Die Grundsätze der Leistungsbewertung ergeben sich aus dem Beitrag des jeweiligen Faches bzw. Kurses zum Erwerb von Kompetenzen. Neben den Leistungen im Bereich der Sach- und Methodenkompetenz sind auch Stand und Entwicklung der im Unterricht vermittelten Selbst- und Sozialkompetenz zu bewerten. Dazu gehören solche Fähigkeiten und Einstellungen, die für das selbständige Lernen und das Lernen in Gruppen wichtig sind.

Kriterien und Verfahren der Leistungsbewertung werden am Anfang eines jeden Schulhalbjahres in jedem Fach oder Kurs den Schülerinnen und Schülern offen gelegt und erläutert.

Auch die Selbsteinschätzung einer Schülerin bzw. eines Schülers oder die Einschätzung durch Mitschülerinnen und Mitschüler können in den Beurteilungsprozess einbezogen werden. Dies entbindet die Lehrkraft jedoch nicht von der alleinigen Verantwortung bei der Bewertung der individuellen Leistung.

Schülerinnen und Schülern mit Behinderungen, die in der Gymnasialen Oberstufe unterrichtet werden, darf bei der Leistungsermittlung und -bewertung kein Nachteil aufgrund ihrer Behinderung entstehen. Auf die Behinderung ist angemessen Rücksicht zu nehmen und ggf. ein Nachteilsausgleich zu schaffen (vgl. Landesverordnung über Sonderpädagogische Förderung sowie den Lehrplan Sonderpädagogische Förderung mit seinen Ausführungen zur Leistungsbewertung).

## 6.2 Beurteilungsbereiche

In der Leistungsbewertung der gymnasialen Oberstufe werden drei Beurteilungsbereiche unterschieden: Unterrichtsbeiträge, Klausuren sowie eine Besondere Lernleistung.

### 6.2.1 Unterrichtsbeiträge

Unterrichtsbeiträge umfassen alle Leistungen, die sich auf die Mitarbeit und Mitgestaltung im Unterricht und im unterrichtlichen Kontext beziehen. Zu ihnen gehören

- mündliche Leistungen
- praktische Leistungen
- schriftliche Leistungen, soweit es sich nicht um Klausuren handelt.

Bewertet werden können im Einzelnen z.B.

- Beiträge in Unterrichts- und Gruppengesprächen
- Vortragen und Gestalten
- Beiträge zu Gemeinschaftsarbeiten und zu Projektarbeiten
- Erledigen von Einzel- und Gruppenaufgaben
- Hausaufgaben, Arbeitsmappen
- praktisches Erarbeiten von Unterrichtsinhalten
- schriftliche Überprüfungen
- Protokolle, Referate, Arbeitsberichte
- Projektpräsentationen
- Medienproduktionen

### 6.2.2 Klausuren

Klausuren sind alle schriftlichen Leistungsnachweise in den Fächern oder Kursen, deren Zahl und Dauer in den entsprechenden Verordnungen bzw. Erlassen festgelegt sind. Diese Klausuren können sich auch aus fächerübergreifendem Unterricht und dem Projektlernen ergeben.

### 6.2.3 Besondere Lernleistungen

Besondere Lernleistungen können in unterschiedlichen Formen erbracht werden (vgl. OVO und FgVO). Sie können auch die Ergebnisse eines umfassenden, ggf. fächerübergreifenden Projektes sein und in die Abiturprüfung eingebracht werden.

## 6.3 Notenfindung

Die Halbjahresnote in den Fächern und Kursen wird nach fachlicher und pädagogischer Abwägung aus den Noten für die Unterrichtsbeiträge und ggf. für die Klausuren gebildet. Bei der Gesamtbewertung hat der Bereich der Unterrichtsbeiträge ein stärkeres Gewicht als der Bereich der Klausuren (vgl. OVO und FgVO).



## **Teil II**

# **Fachliche Konkretionen**

# Kapitel 1

## Lernausgangslage

In vielen Lebenssituationen haben die Schülerinnen und Schüler gelernt, mit Zahlen umzugehen, sie zu verknüpfen, Größen zu messen, zu schätzen und zu berechnen sowie Zahlentabellen, grafische Darstellungen funktionaler Zusammenhänge und Wahrscheinlichkeitsaussagen zu erfassen. Diese im Unterricht der Sekundarstufe I vermittelten Kompetenzen ermöglichen ihnen einen Zugriff auf die Wirklichkeit ihrer natürlichen und gesellschaftlichen Umwelt, indem die Mathematik gewisse Aspekte der Umwelt systematisiert, formalisiert und modelliert. Mathematisches Denken begegnet ihnen nicht nur in diesem Anwendungsbezug, sondern auch als Formalismus, als Spiel mit Zahlen, als Konstruktion arithmetischer, algebraischer und geometrischer Zusammenhänge, als Entwicklung widerspruchsfreier Beweise usw. Gerade diesem Aspekt der Mathematik als formalem Konstrukt begegnen die Schülerinnen und Schüler unterschiedlich: Die einen schätzen das freie konstruktive Spiel, die anderen scheuen vor dem hohen Abstraktionsgrad zurück.

Die Fähigkeiten im Umgang mit mathematischen Texten, zur sachgerechten Interpretation von Grafiken, Tabellen usw. sowie zur umfassenden Dokumentation von Lösungswegen und Ergebnissen sind bei den Schülerinnen und Schüler unterschiedlich ausgebildet. Dies gilt gleichermaßen für ihre Kenntnisse über Beweisverfahren. Schwierigkeiten bereitet ihnen darüber hinaus die selbständige sachgerechte Auswahl geeigneter Regeln und Verfahren. Auch hinsichtlich des Umgangs mit elektronischen Hilfsmitteln wie Taschenrechner und Computer wird der Lernstand der Schülerinnen und Schüler unterschiedlich sein. Trotz der Unterschiede in der Art der Nutzungserfahrung (Programmierung, Anwendersoftware, Lernprogramme, Spiele) kann von einer prinzipiellen Bereitschaft zur Verwendung moderner Informationstechnologien ausgegangen werden.

Im Fachgymnasium muss besonders beachtet werden, dass die Heterogenität der Schülerinnen und Schüler bezüglich Herkunft und Motivation ihren Niederschlag auch in sehr unterschiedlichen mathematischen Kenntnissen und Fähigkeiten findet. Grundsätzlich kann beobachtet werden, dass die Schülerinnen und Schüler die Mathematik im Allgemeinen wenig anwendungsbezogen erlebt und erlernt haben. Insbesondere das Denken in funktionalen Zusammenhängen, der Umgang mit Variablen und die selbständige Mathematisierung außermathematischer Zusammenhänge bereiten ihnen beträchtliche Schwierigkeiten. Darüber hinaus fehlen den Schülerinnen und Schülern oft grundlegende algebraische und geometrische Fähigkeiten.

Auf diese unterschiedlichen Lernbiografien nimmt der Unterricht besonders in der Jahrgangsstufe 11 Rücksicht und versucht, die Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten durch integrierende Wiederholungen auf einen annähernd gleichen Stand zu bringen.

# Kapitel 2

## Fachliches Lernen als Erwerb von Kompetenzen

### 2.1 Der Beitrag des Faches zum Erwerb der Lernkompetenz

Das Fach Mathematik leistet einen spezifischen Beitrag zum Erwerb der Lernkompetenz und entwirft damit sein charakteristisches Lernprofil. Die vier Aspekte der Lernkompetenz (Sach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenz) bedingen und durchdringen einander in vielfältiger Weise. Ihre Unterscheidung soll helfen, Lernprozesse zu organisieren und zu beurteilen.

#### 2.1.1 Sachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler erwerben die Fähigkeit,

- mit mathematischen Symbolen sicher umzugehen und die Fachsprache exakt zu verwenden
- mathematische Modellbildungen zu verstehen und zu begründen
- Beweismethoden nachzuvollziehen
- funktionale Zusammenhänge zu erkennen, herzuleiten und zu begründen
- Zufallsprozesse zu erkennen und zu unterscheiden
- Prozesse algorithmisch zu deuten und zu formalisieren
- zu erkennen, dass Mathematik für die kulturelle Entwicklung der Menschheit einen wesentlichen Beitrag geleistet hat

#### 2.1.2 Methodenkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler erwerben die Fähigkeit,

- mathematische Grundtechniken wie Klassifizieren, Ordnen, Veranschaulichen, Spezialisieren, Analogisieren und Formalisieren in unterschiedlichen Kontexten anzuwenden
- mit grafischen Darstellungen, Texten, Tabellen, Formelsammlungen, Zeichengerät sowie mit technischen Hilfsmitteln wie Taschenrechnern und Computern sachgerecht umzugehen
- mithilfe des Computers Simulationen und Approximationen zu entwickeln und durchzuführen
- Beweismethoden anzuwenden
- bei mathematischen Problemstellungen Vermutungen aufzustellen, Sachverhalte zu beschreiben und präformal zu begründen
- mathematisch zu experimentieren und systematisch zu probieren
- Modellbildungen an konkreten Aufgaben vorzunehmen
- zur Lösung einer mathematischen Problemstellung Hilfsmittel zu beschaffen und zu benutzen

### 2.1.3 Selbstkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler erwerben die Fähigkeit und Bereitschaft,

- das Anschauungsvermögen und die Vorstellungskraft auf der Grundlage der erreichten Entwicklungsstufe zu verbessern
- mathematische Problemstellungen konzentriert und ausdauernd zu bearbeiten
- das Ausdrucksvermögen hinsichtlich exakter fachsprachlicher Formulierungen situationsgerecht zu nutzen
- aus mathematischen Fehlern zu lernen
- Lösungen mathematischer Fragestellungen und verwendeter Lösungsmethoden kritisch zu hinterfragen
- zu erkennen, dass Mathematik auch Anstoß zu spielerischer Aktivität geben kann, die Freude und Befriedigung bereitet
- zu erkennen, dass Mathematik zum Verstehen der Umwelt und zur Lebensbewältigung und zur Vorbereitung auf viele Berufs- und Studienfelder dient
- fachbezogene geschlechtsstereotype Rollenerwartungen und Verhaltensmuster zu reflektieren und selbstbewusst eigene Lern- und Berufsinteressen zu entwickeln

### 2.1.4 Sozialkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler erwerben die Fähigkeit und Bereitschaft,

- bei der Lösung mathematischer Problemstellungen den rationalen Dialog zu pflegen und in unterschiedlichen Gruppen kooperativ zusammen zu arbeiten
- die eigenen Probleme bei der Bearbeitung mathematischer Fragestellungen präzise zu formulieren und in angemessener Weise um Hilfe zu bitten

- auf Fehler anderer in der mathematischen Argumentation angemessen zu reagieren und Hilfestellungen anzubieten
- stereotype männliche und weibliche Rollenmuster in der Zusammenarbeit zu erkennen, zu reflektieren und zu überwinden

## 2.2 Beiträge des Faches zum Lernen in anderen Fächern

Das Fach Mathematik leistet Beiträge zum Erwerb von Kompetenzen, die seiner fachlichen Orientierung nicht unmittelbar zuzuordnen sind, diese aber erweitern und vertiefen. Damit werden auch Möglichkeiten fächerübergreifenden Arbeitens aufgezeigt. Der Unterricht ist daher so zu gestalten, dass ein möglichst großer Beitrag zu den einzelnen Bereichen erreicht wird.

### Deutschsprachlicher Bereich

- Beschreiben von Sachverhalten
- Erfassen und Interpretieren von Texten
- Formulieren von Hypothesen
- folgerichtiges Argumentieren
- kritisches Beurteilen und Bewerten von Lösungen
- Benutzen der Fachsprache

### Fremdsprachlicher Bereich

- Lesen, Verstehen und Auswerten fremdsprachlicher Texte, insbesondere aus dem Internet

### Informationstechnologischer Bereich

- Zusammenstellen und Auswerten von Materialien für Vorträge, Projekte, schriftliche Hausarbeiten aus dem Internet
- Nutzen von Programmen zur Auswertung von Daten und für Simulationen

### Gesellschaftswissenschaftlicher Bereich

- Erfassen und Analysieren gesellschaftlicher Daten
- Modellieren gesellschaftlicher Prozesse
- Erstellen von Simulationen gesellschaftlicher Daten
- Erfassen von mathematischen Erkenntnissen im historisch-kulturellen Kontext

### **Naturwissenschaftlicher Bereich**

- Erfassen und Analysieren naturwissenschaftlicher Daten
- Modellieren naturwissenschaftlicher Prozesse
- Erstellen von Simulationen naturwissenschaftlicher Daten

### **Ästhetischer Bereich**

- Darstellen geometrischer Objekte mit und ohne Computerunterstützung

### **Sportlicher Bereich**

- Erfassen und Analysieren von Daten aus dem Sportbereich
- Modellieren von Prozessen aus dem Sportbereich

### **Philosophisch-religiöser Bereich**

- Anwenden von logischen Schlussregeln
- Erfassen der Grenzen von Mathematisierungen

# Kapitel 3

## Strukturen des Faches

### 3.1 Didaktische Leitlinien

Mathematische Kenntnisse und die Beherrschung von mathematischen Methoden tragen zur vertieften Allgemeinbildung der Schülerinnen und Schüler bei und bilden eine Voraussetzung für viele Studiengänge und anspruchsvolle Berufsausbildungen. Nur auf der Grundlage solider fachlicher Kenntnisse lassen sich insbesondere fächerübergreifende Problemstellungen erfassen und bearbeiten.

Durch den Umgang mit mathematischen Symbolen und Modellen, durch das Lösen von inner- und außermathematischen Problemen sowie durch Entwickeln und Anwenden von computergestützten Simulationen realer Prozesse wird die Universalität und Nützlichkeit der Mathematik einsichtig. Der Vergleich von aus einem mathematischen Modell hergeleiteten Aussagen mit der Realität macht aber auch die Grenzen der Mathematisierbarkeit deutlich.

Die Orientierung des Mathematikunterrichts an Kompetenzen muss ihren Niederschlag auch in einer geeigneten Strukturierung des Unterrichts selbst finden. Insbesondere folgt ein stärkeres Maß an Lebensweltbezug aus der Forderung, Problemstellungen, die einer Mathematisierung zugänglich sind und deren Lösungen einer Mathematisierung bedürfen, mithilfe geeigneter Modelle aus unterschiedlichen mathematischen Gebieten zu erschließen, darzustellen und zu lösen.

Stärkerer Lebensweltbezug des Mathematikunterrichts bedeutet aber keine Minderung des mathematischen Anspruchs. Dieser wird künftig stärker in der Mathematisierung selbst liegen. Das bedeutet zweierlei: zum einen Modellbildung außermathematischer Problemstellungen und zum anderen das Erlernen innermathematischer Zusammenhänge durch die Bearbeitung von Anwendungsproblemen. Erreicht wird dies durch eine teilweise Abkehr von der reinen Inhaltsorientierung hin zu einer stärkeren Themenorientierung. Zu frühe Formalisierungen, Abstraktionen usw. sind zu vermeiden, denn sie führen zu einem rein technisch-rechnerischen Verständnis von Mathematik und können in ihrer Bedeutung und Sinnhaftigkeit von den Schülerinnen und Schülern nicht erkannt werden.

## 3.2 Bereiche und Sachgebiete

Der Lehrplan Mathematik in allen Zweigen des Fachgymnasiums enthält Sachgebiete und deren Inhalte aus den Bereichen Analysis, Lineare Algebra und Analytische Geometrie sowie Stochastik.

Der spiralförmig aufgebaute Lehrplan ermöglicht durch die Wiederaufnahme von Inhalten eine permanente Wiederholung, die in eine Vertiefung der neuen Inhalte eingebettet ist. Durch diesen Aufbau wird eine stärkere Vernetzung von Sachgebieten und Themen auch innerhalb der Mathematik erreicht.

Der Lehrplan gliedert sich in folgende Bereiche und Sachgebiete:

Analysis

- Funktionen
- Differentialrechnung
- Integralrechnung
- Differentialgleichungen (Wahlkurs)
- Erweiterung der Analysis (Wahlkurs)

Lineare Algebra und Analytische Geometrie

- Lineare Gleichungssysteme
- Lineare Algebra (Wahlkurs)
- Analytische Geometrie (Wahlkurs)

Stochastik

- Beschreibende Statistik
- Beurteilende Statistik (Wahlkurs)

# Kapitel 4

## Themen des Unterrichts

### 4.1 Themenorientiertes Arbeiten

Themen verbinden die fachlichen Konzepte der Mathematik mit lebensweltlichen Vorstellungen und aktuellen Bezügen. Sie stellen eine Brücke zwischen mathematischem Denken und Alltagsdenken her. In diesem Sinne ist themenorientiertes Arbeiten verbindlich (vgl. Kap. 4.3).

Im Unterricht wird es neben themenorientiertem Arbeiten auch immer Phasen geben, in denen Inhalte und mathematische Verfahren lehrgangsartig eingeführt werden oder in denen wiederholt oder geübt wird.

Für das themenorientierte Arbeiten finden sich Beispiele auch in Kapitel 5 (Projektlernen).

### 4.2 Kursthemen

Zentral für die Jahrgangsstufen 11 und 12 ist die Untersuchung funktionaler Zusammenhänge. Dabei sollen die Differential- und Integralrechnung sukzessiv - im Sinne eines spiralförmig angelegten Lehrplans - entwickelt werden.

Im 11. und 12. Jahrgang soll an anwendungsbezogenen Beispielen die Differential- und Integralrechnung eingeführt und vertieft werden, das Funktionenmaterial wird erweitert. Die Behandlung der Beschreibenden Statistik ist das zentrale Thema des zweiten Halbjahres des 12. Jahrgangs.

Der 13. Jahrgang dient der Vertiefung ausgewählter Sachgebiete, die in den Jahrgangsstufen 11 und 12 behandelt wurden. Dafür stehen vier Wahlkurse zur Verfügung, von denen zwei in beliebiger Reihenfolge in den Halbjahren 13.1. und 13.2 angeboten werden; dabei darf nur einer der beiden Kurse aus dem Bereich der Analysis stammen. Bei der Auswahl sollte das Schwerpunktfach in besonderer Weise Berücksichtigung finden.

Das Jahresthema für die Jahrgangsstufe 11 sowie die Kursthemen der Jahrgangsstufen 12 und 13 ergeben sich aus den verbindlichen Sachgebieten. Die Kursthemen sind für Grund-

und Leistungskurse gleich.

- Jahrgangsstufe 11: Grundlegung und Differentialrechnung
- Jahrgangsstufe 12.1: Integralrechnung
- Jahrgangsstufe 12.2: Beschreibende Statistik
- Jahrgangsstufen 13.1 und 13.2: Wahlkurse
  - I. Lineare Algebra - Analytische Geometrie
  - II. Erweiterung der Analysis
  - III. Differentialgleichungen
  - IV. Beurteilende Statistik

### 4.3 Aussagen zur Verbindlichkeit

Der Erwerb der in Kapitel 2 aufgeführten Kompetenzen ist die verbindliche Zielperspektive des Lernens im Fach. Aus ihr ergeben sich auch die Aussagen zur Verbindlichkeit, die in Kapitel 3 unter fachlich-systematischen sowie in den Kapiteln 4 und 5 unter themen- und projektorientierten Gesichtspunkten entfaltet werden.

Die sich aus den Sachgebieten ergebenden Kursthemen sind in der oben angegebenen Reihenfolge verbindlich. Die den einzelnen Sachgebieten zugeordneten Themen sind Vorschläge, die ergänzt oder verändert werden können. Bei der Auswahl und Bearbeitung der Themen sind die aufgeführten Inhalte zu berücksichtigen.

Im Leistungskurs des 12. Jahrgangs wird ein Thema projektorientiert erarbeitet (vgl. Kap. 5).

### 4.4 Themen und Inhalte

In diesem Kapitel werden jahrgangswise die Sachgebiete mit didaktischen Bemerkungen zu den Inhalten sowie Themen dargestellt.

Grund- und Leistungskurse stimmen in den Sachgebieten überein. Sie unterscheiden sich hinsichtlich des Grades der Formalisierung (in den Definitionen, Begründungen, Kalkülen), der Komplexität (von Aufgaben- und Problemstellungen) und der Ausdifferenzierung mathematischer Arbeitsmethoden.

Da die Sachgebiete zu den Bereichen Analysis, Analytische Geometrie/Lineare Algebra und Stochastik verbindlich sind und der Lehrplan spiralförmig aufgebaut ist, wird jeweils ein Sachgebiet dieser Bereiche schon in der Jahrgangsstufe 11 erarbeitet.

## 4.4.1 Jahrgangsstufe 11

### Grundlegung

In der Jahrgangsstufe 11 soll im Sinne des spiralförmigen Aufbaus die Basis für die zentralen Bereiche (Analysis, analytische Geometrie/lineare Algebra, Stochastik) geschaffen werden. Im Mittelpunkt steht die Betrachtung einfacher funktionaler Zusammenhänge, auch schon im Hinblick auf Änderungsraten und Inhaltsfunktionen. Ebenso werden mit der Betrachtung empirischer Funktionen grundsätzliche Problemstellungen der Beschreibenden Statistik in den Fragehorizont der Schülerinnen und Schüler gebracht und darüber hinaus Lineare Gleichungssysteme behandelt.

### Funktionen

Ausgangspunkt der Analysis der Jahrgangsstufe 11 ist die Beschreibung, Interpretation und Entwicklung von anwendungsbezogenen funktionalen Zusammenhängen. Die in der Sekundarstufe I bereitgestellten linearen und quadratischen Funktionen bilden den Vorrat der Funktionen.

Die Ermittlung von Schnittpunkten zwischen Funktionsgraphen ist durchzuführen. Der anwendungsbezogene Ansatz erfordert eine besondere Beachtung des sinnvollen Rundens und der Fehlerfortpflanzung.

Der Begriff Steigung wird auch bei nichtlinearen Zusammenhängen problematisiert, allerdings ist zugunsten eines intuitiven Zugangs auf eine strenge Herleitung des Differentialkalküls zu verzichten.

### Themen

- Tarif-Vergleiche
- Beziehung zwischen Gewinn und Absatz bei Monopolen
- Beschleunigte Bewegungen
- Brückenbau
- Parabolspiegel, Satellitenschüssel
- Wasserstrahl, senkrechter Wurf

### Inhaltsfunktionen

Die Behandlung von anwendungsorientierten Inhaltsfunktionen erfüllt verschiedene Aufgaben. Sie erweitert die Begriffsbildung, ist eine weitere Anwendung für die linearen und quadratischen Funktionen und stellt eine Propädeutik für die Integralrechnung dar.

Da ausschließlich lineare (auch stückweise definierte) Integrandfunktionen behandelt werden, ist die Betrachtung von Summengrenzwerten nicht erforderlich. Die zu frühe Fixierung auf den Flächeninhalt wird durch den Anwendungsbezug vermieden.

### Themen

- Füllen und Entleeren von Behältern in Abhängigkeit von der Zeit
- Geschwindigkeit bei gleichmäßig beschleunigten Bewegungen

## Empirische Funktionen

Bei der Auswertung empirisch erhobener Daten kann die Ermittlung einer linearen Regressionsgeraden durch die Punktwolke und durch den Schwerpunkt grafisch erfolgen. Dies erweitert wiederum die Begriffsbildung, ergibt eine weitere Anwendung für die linearen Zusammenhänge und stellt eine Propädeutik für die Beschreibende Statistik dar.

### Thema

- Auswertung naturwissenschaftlicher Experimente
- Aufbereitung von statistischem Datenmaterial

## Lineare Gleichungssysteme

Die Behandlung linearer Gleichungssysteme erfolgt algorithmisch (Gauß'sches Verfahren) und wird möglichst durch den Einsatz von Mathematiksoftware unterstützt. Die Frage nach der Lösbarkeit ist zu klären.

### Themen

- Planungsprobleme, Produktionsprobleme, Rezepturen
- Preisvergleiche
- Widerstandsnetze in der Elektrotechnik

## Differentialrechnung

Die Beschreibung mittlerer Änderungen, die anwendungsbezogene Vorstellung von Momentanänderungen und die Bearbeitung des Tangentenproblems sind unabdingbare Voraussetzungen für die Betrachtung der Differenzenquotientenfunktion.

In Anknüpfung an die Inhaltsfunktionen ist eine Vermutung des Hauptsatzes möglich.

Es ist auf eine anwendungsorientierte Interpretation des Differentialquotienten zu achten. Ableitungsregeln werden nicht auf Vorrat hergeleitet, sondern immer auf das verwendete Funktionenmaterial bezogen. Exemplarisches Vorgehen ist erwünscht.

Das Änderungsverhalten ganzrationaler Funktionen wird betrachtet. Besondere Punkte und Krümmungsverhalten sind zu problematisieren. Das Trainieren einer schematischen Kurvendiskussion in fest vorgegebener Struktur ist zugunsten einer problemorientierten Funktionsuntersuchung, bei der besondere Punkte in Abhängigkeit von der jeweiligen Anwendung zu interpretieren sind, zu vermeiden.

Das Gleiche gilt für die Behandlung von Extremwertaufgaben.

Der Umgang mit geeigneten Informationsquellen (Tafelwerken, Computerprogrammen) ist zu üben.

### Themen

- Beschleunigte Bewegungen
- Zu- und Abflussvorgänge
- Mikroökonomische Zusammenhänge

## Weitere Funktionen

In Abhängigkeit vom jeweiligen Anwendungsbezug wird das Funktionenmaterial auf Exponentialfunktionen, trigonometrische Funktionen oder andere Funktionstypen erweitert. Im Vordergrund stehen dabei der Mathematisierungsprozess, wesentliche Charakteristika des Funktionentypus und nicht deren systematische Behandlung. Fächerübergreifendes Arbeiten (z.B. mit den Schwerpunktfächern) wird bei der Auswahl ein entscheidendes Kriterium sein.

Über die Änderung der Änderung wird die zweite Ableitungsfunktion eingeführt. Der Abschluss des 11. Jahrgangs stellt den Zusammenhang zwischen den Grafen von Funktionen und ihren ersten drei Ableitungsfunktionen her. An dieser Stelle wird den Schülerinnen und Schülern Raum gelassen, selbst zu Erkenntnissen über die Bedingungen für Extrem- und Wendepunkte sowie das Krümmungsverhalten zu gelangen.

## Themen

- Wachstumsprozesse
- Kinematik an Werkzeugmaschinen
- Schwingungsvorgänge

## 4.4.2 Jahrgangsstufe 12

### 1. Halbjahr: Integralrechnung

#### Inhaltsberechnungen

Im 11. Jahrgang wurde bereits mit einfachen Inhaltsfunktionen gearbeitet. Die Schülerinnen und Schüler haben gelernt, Inhaltsfunktionen (Integralfunktionen) für stückweise lineare Integrandfunktionen über Mittelwertbetrachtungen zu ermitteln. Ausgehend von quadratischen Zusammenhängen drängt sich die Frage nach der Inhaltsberechnung bei nichtlinearen Integrandfunktionen und damit die Einführung des Riemann-Integrals auf. Neben diesem rechnerischen Aspekt (der allerdings nach der Behandlung des Hauptsatzes in den Hintergrund treten wird) wird damit jedoch auch die Frage nach der Existenz von Inhalten beantwortet.

Da bereits stückweise definierte Integrandfunktionen mit Unstetigkeiten betrachtet und deren Inhaltsfunktionen ermittelt wurden, lässt sich ausgehend vom Begriff der Integralfunktion anschaulich und substanzvoll das Vorhandensein höchstens endlich vieler Unstetigkeiten als Bedingung für Riemann-Integrierbarkeit erklären. Mit Blick auf die Existenz von Stammfunktionen und die späteren Anwendungen des Hauptsatzes zeigt sich die Bedeutung dieses Zusammenhanges.

Gerade im Zusammenhang mit der Inhaltsberechnung für nichtlineare Integrandfunktionen sind anwendungsorientierte Zusammenhänge zu untersuchen. Zwar ist die theoretisch einwandfreie Grundlegung des Riemann-Integrals obligatorisch, doch bei algebraisch komplexeren Funktionstermen werden numerische und grafische Verfahren Verwendung finden, da die gesuchten Integralfunktionen wegen der noch nicht vorhandenen Kenntnis des Hauptsatzes nur über die Bildung von Summengrenzwerten gefunden werden können.

**Themen**

- Füllen und Entleeren von Behältern
- Geschwindigkeit bei beschleunigten Bewegungen
- Energiebetrachtungen (Federn, Thermodynamik usw.)
- Mikroökonomische Zusammenhänge

**Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung und seine Anwendungen**

Die Beziehung zwischen Differential- und Integralrechnung wird durch den Hauptsatz hergestellt. Er kann in seiner Bedeutung nur erfasst werden, wenn Inhaltsermittlungen hinreichend vielfältig und intensiv behandelt werden und die Vermutung einer Beziehung zur Differentialrechnung intuitiv bei den Schülerinnen und Schülern erwächst. Der Beweis ist zu behandeln. Wichtiger als dessen formale Durchführung ist aber die anschauliche Verdeutlichung des Zusammenhanges zwischen Inhalts- und Steigungsberechnungen sowie eine präzise Unterscheidung der Funktionenklassen, die Integralfunktionen und Stammfunktionen besitzen.

So werden die Stammfunktionen zu einem Werkzeug für die Ermittlung von Inhaltsermittlungen. Es ist von grundlegender Bedeutung, dass den Schülerinnen und Schülern klar wird, dass das Integrieren im Sinne von Inhaltsermittlungen etwas anderes ist als die Entwicklung von Stammfunktionen. Zu ihrer Ermittlung finden Integrationsverfahren nur in sehr beschränktem Umfang und exemplarisch Verwendung.

Unter dem Aspekt der Anwendungsorientierung ist die Benutzung von Integraltafeln oder geeigneter Software ein sinnvoller und gleichzeitig anspruchsvolles Verfahren (Bestimmung von Parametern, Form von Funktionstermen).

In diesem Zusammenhang sind Kurvenscharen zu untersuchen und Extremalprobleme zu behandeln. Der jeweilige außermathematische Zugang und - daraus resultierend auch die innermathematische Auswahl - werden der jeweiligen Schülergruppe (Schwerpunkte, Leistungskursfächer, Erfahrungshintergrund usw.) angepasst.

Bisher im Rahmen der Analysis behandelte Themen können wieder aufgegriffen werden.

**2. Halbjahr: Beschreibende Statistik**

Bei der Auswertung empirisch erhobener Daten (Versuche, Umfragen usw.) sollten die unterschiedlichen Skalentypen deutlich herausgearbeitet werden. Grundlegende Begriffe der Beschreibenden Statistik wie Mittelwerte und Streuungsmaße sind herauszuarbeiten. In der Regressionsanalyse sollte der Schwerpunkt auf die lineare Regressionsfunktion gelegt werden, Beispiele nichtlinearer Regressionsfunktionen können behandelt werden. Bei der Korrelationsanalyse sollte darauf geachtet werden, dass sich nur ein formaler, rein zahlenmäßiger Zusammenhang zwischen zwei Merkmalen nachweisen lässt. Bei formalem Zusammenhang ohne sachliche Beziehung sollte der Begriff Scheinkorrelation nicht fehlen. Die Zeitreihenanalyse mit ihren unterschiedlichen Komponenten sowie Methoden zur Trendermittlung stellt eine weitere Vertiefung der linearen Regressionsanalyse dar, Prognoseverfahren auf der Basis von Zeitreihen sind für künftige betriebs- und volkswirtschaftliche Entscheidungen unabdingbar.

**Themen**

- Auswertung von Umfragen
- Auswertung von technischen (naturwissenschaftlichen) Experimenten
- Analyse von Zeitreihen

**Projektlernen im Leistungskurs (ca. 6 Wochen)**

Grundlegende Hinweise zur Durchführung und Gestaltung der Projektarbeit finden sich im Kapitel 5 (im Grundlagenteil und in den Fachlichen Konkretionen) sowie in der FGVO.

**Projektthemen**

- Umfragen (z.B. zu aktuellen Problemen der Schule oder der Region)
- Vermessungsarbeiten (z.B. im Rahmen einer Schulhofneugestaltung)
- Untersuchung statistischer Zusammenhänge (z.B. zwischen den Leistungen von Schülerinnen und Schülern in unterschiedlichen Fächern oder Sportarten)
- Mikroökonomische Modellbildungen
- Quantitative Auswertung technisch-physikalischer Versuche
- Aktienkurse

**4.4.3 Jahrgangsstufe 13**

Der 13. Jahrgang dient der weiterführenden und vertiefenden Behandlung ausgewählter Aspekte der Analysis, der Stochastik bzw. der Linearen Algebra. Um hier eine fachrichtungsspezifische Schwerpunktbildung mit hinreichendem Anwendungsbezug zu ermöglichen, stehen vier Wahlkurse zur Verfügung, von denen zwei in beliebiger Reihenfolge in den Jahrgangsstufen 13.1. und 13.2 angeboten werden. Dabei darf nur einer der beiden Kurse aus dem Bereich der Analysis stammen.

**Wahlkurs I: Lineare Algebra und Analytische Geometrie**

In diesem Wahlkurs werden vektorielle Zusammenhänge behandelt. Beispiele aus der Planungsrechnung und der gegenseitigen Leistungsverflechtung mehrerer Unternehmen in einer Volkswirtschaft sind Beispiele für eine anwendungsbezogene Einführung.

Die Behandlung der Analytischen Geometrie wird so organisiert, dass die Schülerinnen und Schüler den Umgang mit Matrizen lernen. Beim anwendungsorientierten Arbeiten mit Matrizen ergeben sich zwangsläufig fächerübergreifende Themen.

Die Analytische Geometrie ist eng mit der Linearen Algebra verknüpft. Lösungsmengen unterbestimmter linearer Gleichungssysteme werden als Geraden und Ebenen im Anschauungsraum gedeutet, und Schnittprobleme in Anwendungsbeispielen werden mithilfe von linearen Gleichungssystemen und Matrizen gelöst. In diesem Zusammenhang sind Lösbarkeitskriterien anwendungsbezogen zu entwickeln.

Im Umgang mit Matrizen werden stets algorithmische Aspekte mitbehandelt. So ist in Abhängigkeit vom Anwendungsbezug die Ermittlung von inversen Matrizen durch-

zuführen. Die Ausweitung der Matrizenrechnung (Rechenregeln) orientiert sich immer am Anwendungsbezug.

Methoden und Formen des selbständigen Arbeitens werden thematisiert und eingeübt. Die Lineare Algebra und die Analytische Geometrie bieten vielfältige Möglichkeiten für das Arbeiten mit Mathematik-Software.

Um metrische Fragestellungen wie Abstandsfragen zu beantworten sowie absolute Längen- und Winkelmessungen zu ermöglichen, ist das Skalarprodukt einzuführen.

Unabhängig von den gewählten Themen sind insbesondere im Leistungskurs am Beispiel der Vektoren und Matrizen strukturmaterische Aspekte zu behandeln.

### **Themen**

- Abstandsprobleme
- Zuordnungsprobleme
- Transportprobleme
- Widerstandsnetze in der Elektrotechnik
- Lineare Planungsrechnung (u.a. Simplex-Methode)
- Zusammenhänge aus der Produktions- und Kostentheorie (z.B. ein- und mehrstufige Produktionsmodelle)
- Gegenseitige Leistungsverflechtungen mehrerer Unternehmen in einer Volkswirtschaft (z.B. Input-Output-Matrix, Leontief-Inverse).

### **Wahlkurs II: Erweiterung der Analysis**

Es wird ein die Analysis vertiefender, fächerübergreifender Unterricht unter Berücksichtigung der Schwerpunktfächer durchgeführt. Beschreibungen, Untersuchungen und Interpretationen von anwendungsbezogenen Funktionen mit mehreren Veränderlichen sind in enger fächerübergreifender Arbeit vorzunehmen. Insbesondere ist auf eine einheitliche Nomenklatur zu achten, so dass den Schülerinnen und Schülern die Herstellung der Verbindung zwischen den Fächern gelingt.

Über eine Veranschaulichung der partiellen Differentiation im dreidimensionalen Raum (z.B. das „ertragsgesetzliche Produktionsmodell“) wird die Transformation der Differentiationsregeln und Extremwertbedingungen aus dem zweidimensionalen Raum auch mithilfe geeigneter Mathematik-Software vorgenommen. Die Dimension des Raumes wird in Abhängigkeit vom Anwendungsbezug erweitert.

### **Themen**

- Güter und Güterarten (normale Güter, superiore Güter usw.)
- Der optimale Konsumplan (Nutzenmaximum)
- Elastizitäten (z.B. Nachfrageelastizitäten)
- Produktionsmodelle (Typ A usw.)
- Regressionsanalysen

## Wahlkurs III: Differentialgleichungen

Unter dem Aspekt der Anwendungsorientierung bietet das Kursthema „Differentialgleichungen“ eine Fülle von Möglichkeiten, Querbezüge zu Technik, Naturwissenschaften und Ökonomie herzustellen. Gleichzeitig beinhaltet es die Möglichkeit, die in den Jahrgangsstufen 11 und 12 erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten (insbesondere aus der Analysis) sinnvoll anzuwenden und zu vertiefen.

Das Gebiet der Differentialgleichungen erlaubt es, die Beziehung zwischen außermathematischer Wirklichkeit und mathematischem Modell zum zentralen Inhalt des Unterrichts zu machen. Hiermit ist zum einen die Beschreibung von Abläufen durch die Differentialgleichung selbst gemeint, zum anderen aber auch der Rückbezug der Lösungen des Modells auf die Wirklichkeit. Wichtiger als eine Systematik der Lösungsverfahren ist die Frage nach der Gültigkeit und Vollständigkeit von Lösungen sowie deren anwendungsbezogene Interpretation. Verbindlich sind daher die Modellbildung, die anwendungsorientierte Interpretation von Lösungen, das Überprüfen von Lösungen, grafische Veranschaulichungen und fächerübergreifendes Arbeiten.

Neben Anwendungen, die auf homogene und inhomogene Differentialgleichungen erster Ordnung führen, sind auch Problemstellungen zu behandeln, die die Lösung mindestens homogener Differentialgleichungen zweiter Ordnung erfordern.

Die komplexen Zahlen und die Entwicklung von Potenzreihen (Euler-Gleichung im Zusammenhang mit der Lösung von Differentialgleichungen 2. Ordnung) sind nur in dem Umfang zu behandeln, wie es die aus den behandelten Anwendungen resultierenden Differentialgleichungen erfordern.

### Themen

- Wachstumsvorgänge
- Schwingungen
- Ladungsvorgänge
- Nachfrage und Elastizität, Grenznutzen (Gossensche Gesetze)

## Wahlkurs IV: Beurteilende Statistik

In der Stochastik steht die Idee der Wahrscheinlichkeit im Zentrum des Unterrichts. Bei der Bearbeitung anwendungsbezogener Problemstellungen ist der Modellbildungsprozess von besonderer Bedeutung. Über den Begriff der Wahrscheinlichkeit und das Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten werden möglichst zügig Binomialverteilungen behandelt, um zur Beurteilenden Statistik zu gelangen.

Es werden Schätzwerte für unbekannte Wahrscheinlichkeiten, Erwartungswerte und Varianzen ermittelt und nach dem Maß der Sicherheit, die diesen Aussagen zukommt, gefragt. Ebenso werden Testprobleme behandelt und Hypothesen mithilfe von Testverfahren überprüft. Die hierzu notwendigen Grundlagen wurden teilweise schon im 11. Jahrgang gelegt und werden nun aus den Bereichen der Beschreibenden Statistik und der Wahrscheinlichkeitsrechnung so aufbereitet, dass genügend Zeit für die Beurteilende Statistik bleibt. Basieren beispielsweise die gewählten Anwendungsbezüge auf sehr großen Grundmengen, so reicht es, sich mit Stichproben zu beschäftigen, die durch eine unabhängige Auswahl

zustande kommen. Zusammenhänge mit der Analysis (Gauß'sche Glockenkurve) werden berücksichtigt.

An konkreten Fragestellungen wird das Spannungsfeld „mathematisches Modell - Realität“ beispielhaft entwickelt. Realistische Kontexte erfordern kritische Untersuchungen, um statistische Aussagen zu begründen, Fehlschlüsse zu verringern und Missbrauch zu erkennen.

Das Testen von Hypothesen oder Schätzen von Parametern kann sich auf binomialverteilte Zufallsgrößen beschränken. Verschiedene Verfahren für das Testen von Hypothesen werden gewählt.

### **Themen**

- Wirtschaftsstatistik. Bevölkerungsstatistik (z.B. Bevölkerungsstruktur). Sozialstatistik
- Auslandsstatistik (z.B. internationale Vergleiche)
- Meinungsumfragen
- Betriebsstatistik (z.B. Produktionsfehler)
- Naturwissenschaftliche Statistik
- Wahlanalysen

## **4.5 Jahrgangsstufe 13: Substitutionskurse Mathematik - Informatik**

Die Substitutionskurse orientieren sich an den im Fach Mathematik zu erwerbenden Kompetenzen. Im fachlichen Bereich werden daher Themen aus der Analysis, der Analytischen Geometrie und Linearen Algebra sowie aus der Stochastik angesprochen. Da der Anwendungsaspekt im Zentrum dieser Kurse steht, ist es notwendig, dass bei den mathematischen Begriffsbildungen Abstriche hinsichtlich der Strenge gemacht werden. So wird man häufig auf Beweise mathematischer Aussagen verzichten. Andererseits wird die Vorgehensweise durchaus mathematischen Ansprüchen genügen. Die Substitutionskurse Mathematik-Informatik sind Kurse, die keine Inhalte aus dem Informatik-Lehrplan voraussetzen.

Es werden sieben Sachgebiete vorgeschlagen, von denen in jedem Halbjahr ein Sachgebiet behandelt wird.

- Numerische mathematische Algorithmen
- Beurteilende Statistik
- Computergrafik
- Boolesche Algebra
- Dynamische Systeme
- Iterationen und Rekursionen
- Kryptologie

### 4.5.1 Numerische mathematische Algorithmen

Die Darstellungsproblematik von Computerzahlen führt häufig nur zu Näherungslösungen. Daher müssen geeignete Algorithmen mit Abbruchkriterien formuliert werden. Durch Formelumstellungen können Subtraktionskatastrophen vermieden werden sowie Bereichsüberschreitungen abgefangen werden.

#### Themen

- Mathematische Näherungsverfahren
- „Absturz“ eines Computers
- Näherungskurven

Inhalte	Hinweise
Lösen von Gleichungen	– Auswahl aus Halbierungsverfahren, Sekantenverfahren (regula falsi), Tangentenverfahren (Newtonverfahren); allgemeines Iterationsverfahren mit Konvergenz- und Fehlerabschätzung
Lösen von Gleichungssystemen	– Gauß-Elimination, Pivot-Element
Approximation von Funktionen	– allgemeine Interpolation, Taylorreihen, Regressionsgerade
Entwurf von Bézier-Kurven	– Computergrafik, Splines
Numerische Integration	– Mittelpunktsregel, Trapezregel, Kepler'sche Fassregel (Simpson) jeweils mit Fehlerabschätzung
Simulationen	– zur Statistik, physikalische Vorgänge, dynamische Systeme; auch mit professioneller Software

### 4.5.2 Beurteilende Statistik

Es sollten gebräuchliche Computerprogramme wie SPSS, Tabellenkalkulationsprogramme genutzt oder eigene Programme entwickelt werden.

#### Themen

- Wahlanalysen
- Psychologische Testverfahren
- Wirksamkeit von Medikamenten
- Marketinganalysen

Inhalte	Hinweise
Konfidenzintervalle	– Bestimmung eines Konfidenzintervalls für eine unbekannte Wahrscheinlichkeit; Schätzen des Parameters $p$ ; Zusammenhang zwischen Stichprobenumfang und Länge des Konfidenzintervalls
Testen von Hypothesen	– verbale Beschreibung des Testproblems; Festlegung des Stichprobenumfangs; Festlegung der Nullhypothese und Gegenhypothese; Festlegung der Irrtumswahrscheinlichkeit
Varianzanalyse	– Korrelation, Regression, Messfehler

### 4.5.3 Computergrafik

Die Computergrafik findet ihre Anwendungen in CAD-Systemen, Geschäftsgrafiken, Computerkunstwerken, Videospielen und auch Simulationen. Die Beschäftigung mit Computergrafik erfordert Kenntnisse der zwei- und dreidimensionalen Analytischen Geometrie und linearer Abbildungen sowie perspektivischer Darstellungen.

#### Themen

- Darstellung eines Werkstücks
- Simulation von Bewegungen eines Körpers
- Darstellung von Mustern auf Oberflächen

Inhalte	Hinweise
Koordinaten und Koordinatensysteme	– kartesisches Koordinatensystem und der Grafikbildschirm; Polarkoordinaten, Transformation in Bildschirmkoordinaten
Zweidimensionale Transformation mit Matrizen	– Translation, Spiegelung an einer Achse, Drehung, Skalierung, inverse Transformation; Koordinatentransformation
verknüpfte Transformation durch Matrizenmultiplikation	– dreidimensionale Transformation
Projektion	– Zentralprojektion, Parallelprojektion, perspektivische Verfälschungen

### 4.5.4 Boolesche Algebra

Die Boolesche Algebra mit ihren Modellen Mengenalgebra, Aussagenalgebra und Schaltalgebra erlaubt, wie kaum ein anderes Gebiet der Mathematik, auf einfachster Grundlage eine Synthese zwischen Abstraktion und Anwendung: Einerseits stellt die Boolesche

Algebra eine abstrakte algebraische Struktur dar, andererseits können die Gesetze der Booleschen Algebra unmittelbar in elektrische Schaltungen umgesetzt werden, bei Einsatz geeigneter Software sogar als Simulation auf dem Computer-Monitor.

### Themen

- Ampelschaltung
- Suchanfragen in Datenbanken

Inhalte	Hinweise
Aussagenlogik	– Negation, Konjunktion, Disjunktion, Subjunktion, Bijunktion
Mengenalgebra	– Relationen zwischen Mengen; Potenzmenge, Produktmenge; Verknüpfungen von Mengen, Gesetze der Mengenalgebra, aussagenlogische Gesetze
Boolescher Verband	– distributiver Verband, komplementärer distributiver Verband; Beispiele für Termumformungen
Schaltalgebra	– Schalttechnik
Binäre Funktionen	– boolesche Funktionen, Normalformen binärer Funktionen, Anwendung der Normalformen, technische Realisierung der Normalformen, Verknüpfungsbasen binärer Funktionen
Anwendung binärer Funktionen	– Bestimmung von Funktionstermen und Funktionswerten; Beweis von Tautologien
Schlussregeln	– gebräuchliche Schlussregeln, Einsetzungsregeln

### 4.5.5 Dynamische Systeme

Ein modernes Gebiet der Mathematik ist die Chaostheorie. Auch chaotische Systeme, die häufig zufälliges Verhalten zeigen, folgen Gesetzmäßigkeiten und erzeugen ästhetische Grafen.

### Themen

- Räuber-Beute-Modell
- Bevölkerungsentwicklung
- Tourismus und Umwelt

Inhalte	Hinweise
Wirkungsgrafiken mit Rückkoppelung und Störungen von Modellen	– logistisches Wachstum, Verhulst-Gleichung, Lorentz-Attraktor
Selbstähnlichkeit und Fraktale	– Generator-Fraktale (Koch-Kurve, Heighway-Drachen, Pythagorasbaum); IFS-Fraktale (Barnsley-Farn, Sierpinski-Dreieck)
Attraktoren, Attraktionsbereiche von Nullstellen	– Cantor-Menge, Cantor-Staub, Apfelmännchen, Julia-Mengen, Feigenbaum-Mengen, Mandelbrot-Mengen

### 4.5.6 Iterationen und Rekursionen

Rekursive Algorithmen sind in der Mathematik weit verbreitet und zugleich ein wichtiges Thema in der Informatik. Definitionen von Funktionen wie Fakultät oder Fibonacci-Zahlen sind rekursiv angelegt. Rechenverfahren wie die Berechnung von Wurzeln nach Heron oder die Entwicklung von Determinanten laufen auf Rekursionen hinaus, lassen sich jedoch (wenn auch meist umständlicher) iterativ umformen.

#### Themen

- Rekursionen
- Sortier-Algorithmen
- Grafische Algorithmen

Inhalte	Hinweise
Folgen	– arithmetische Folge, geometrische Folge, Fibonacci, Ulam; Konvergenzbetrachtungen; rekursive Folgen
Reihen	– arithmetische Reihe, geometrische Reihe, Taylorreihen, Potenzreihen; Konvergenzbetrachtungen
Beweisverfahren	– vollständige Induktion; Beweis durch Widerspruch besonders im Zusammenhang mit der rekursiven Definition von Folgen
Rekursive Algorithmen	– Türme von Hanoi, Pascal-Dreieck, Koch-Kurve

### 4.5.7 Kryptologie

Die Kryptologie befasst sich mit der Entwicklung und Bewertung von Verschlüsselungsverfahren zum Schutz von Daten vor unbefugtem Zugriff. Im Rahmen von e-Commerce und e-Cash im Internet sowie in der Sicherung von Computernetzen per Passwort ist die Thematik höchst aktuell.

**Themen**

- Verschlüsselung
- Entschlüsseln eines Codes
- Einkaufen mit der Geldkarte

Inhalte	Hinweise
Klassische Chiffrierungsverfahren	– Cäsar-Verschlüsselung und Verallgemeinerung, Verschlüsselung durch Überlagerung verabredeter Texte oder verschiedener Lesarten (Matrix)
Strom- und Blockchiffren	– Vigenère, Vernam, Zufalls-Generatoren, Data Encryption Standard (DES)
Öffentliche Schlüssel	– Einwegfunktion mit Hintertür, RSA-Verfahren, Rucksackverfahren
Kryptografische Protokolle	– Authentisierung, digitale Unterschrift, digitales Geld, Schlüsselverwaltung
Netzsicherheit	– OSI-Referenzmodell, Gefahrenquellen, Pretty Good Privacy (PGP), S/MIME
Gesellschaftspolitische Fragen	– strafrechtliche Bestimmungen, Daten- und Persönlichkeitsschutz
Algorithmen der Zahlentheorie	– diophantische Gleichungen; Rechnen mit ganzen und restgleichen Zahlen; Primzahlen, Primzahltests

# Kapitel 5

## Projektlernen

### 5.1 Das Fach und das Projektlernen

In allen Fächern bildet das Projektlernen einen integralen Bestandteil des Lehrplans. Diese Form des Lernens wird im Laufe der Oberstufe über projektorientierte Unterrichtseinheiten schrittweise erweitert. Dabei werden die Anforderungen an selbständiges Arbeiten kontinuierlich erhöht. Ziel ist es, die Schülerinnen und Schüler in Vorbereitung auf Studium und Beruf zu befähigen, kooperativ und eigenverantwortlich zu lernen und dabei Methoden in fächerübergreifenden Zusammenhängen kritisch anzuwenden.

Die Konzeption des Mathematikunterrichts in allen Jahrgangsstufen und Differenzierungen der Oberstufe bietet genügend Ansatzpunkte, Projektlernen in unterschiedlicher Komplexität und damit auch in unterschiedlichem zeitlichen Umfang in den Unterricht einzu beziehen. Dazu bieten sich zunächst verschiedene Themen aus der Stochastik sowie solche Themen an, die aufgrund des spiraligen Wiederaufgreifens von Sachgebieten behandelte Inhalte integrierend wiederholen. Auch durch den verlangten Einsatz leistungsfähiger Softwareprogramme (Grafikprogramme und Algebra-Systeme) lassen sich Themen an vielen Stellen des Unterrichts projektartig bearbeiten.

### 5.2 Das Projektlernen im 12. Jahrgang

Im zweiten Halbjahr des 12. Jahrgangs ist im Leistungskurs die Durchführung eines etwa sechswöchigen Projekts verbindlich.

#### 5.2.1 Themen

Die Lehrkraft formuliert nach Möglichkeit mit den Schülerinnen und Schülern zusammen ein geeignetes Projektthema. Die aufgeführten Themen sind als Beispiele anzusehen.

- Umfragen (z.B. zu aktuellen Problemen der Schule oder der Region)
- Vermessungsarbeiten (z.B. im Rahmen einer Schulhofneugestaltung)

- Untersuchung statistischer Zusammenhänge (z.B. zwischen den Leistungen von Schülerinnen und Schülern in unterschiedlichen Fächern oder Sportarten)
- Mikroökonomische Modellbildungen

### 5.2.2 Produkt- und Präsentationsformen

Da das Engagement der Schülerinnen und Schüler für die Arbeit in Projekten häufig von der Art des Produkts und der Präsentation abhängt, kommt deren Wahl besondere Bedeutung zu. Zur Dokumentation des Verlaufs und der Ergebnisse sollten Textverarbeitungs- und Grafikprogramme eingesetzt werden.

Aus der folgenden Vorschlagsliste für Produkt- und Präsentationsformen eines Mathematik-Projekts lässt sich zusammen mit der Lerngruppe vor der eigentlichen inhaltlichen und organisatorischen Planung eine für das gewählte Thema passende Form bestimmen.

Verlauf und Ergebnisse eines Projekts lassen sich

- durch Referate präsentieren,
- auf Wandzeitungen darstellen,
- zu einem „Projektbuch“ zusammenfassen,
- in der Schülerzeitschrift, vielleicht sogar in einer Fachzeitschrift oder auf der Homepage der Schule veröffentlichen,
- auf Diskette oder CD dokumentieren.

### 5.2.3 Beispiel

Das folgende Beispiel einer Projektskizze soll die Eckpunkte in der Planung eines Fachprojekts verdeutlichen. Die konkrete thematische, inhaltliche und organisatorische Gestaltung liegt in der Verantwortung der Lehrkraft und erfolgt abgestimmt auf die jeweilige Lernsituation der Lerngruppe.

#### **Thema: Wachstumsprozesse - Modellbildung und Simulation**

Das zeitliche Verhalten einer Größe wird häufig durch das Zusammenwirken verschiedener Einflüsse bestimmt. Trotz aller Vielfalt gibt es wenige Grundformen des Wachsens, von denen den Schülerinnen und Schülern das lineare und exponentielle bekannt sind. Sie erarbeiten sich an einem Beispiel das beschränkte, das logistische und das durch Selbstvergiftung definierte Wachstum und wenden dies selbständig auf vorgegebene oder selbstgewählte Problemstellungen an.

#### **Vorphase**

Die Schülerinnen und Schüler diskutieren mögliche Aspekte des Themas, sammeln Fragestellungen und erörtern Teilthemen. Die zu benutzende Literatur wird die Lehrkraft im Wesentlichen selbst zusammenstellen müssen.

## **Einstiegsphase**

Bilden der Projektgruppen, Klären der Rollen, Festlegen der Arbeitsregeln und des zeitlichen Ablaufs, Festlegen der Bewertungskriterien, Diskutieren der Produkt- und Präsentationsform, Verteilen von Teilthemen (hier z.B.: Absatz einer Ware; Geldwesen; Chaotisches Wachstum; Räuber-Beute-Beziehung)

## **Hauptphase**

(1) Erarbeitungsphase: Die Teilgruppen legen ihre Arbeitsziele fest, planen die Arbeitsschritte, Methoden und Lernorte, erstellen eine Ablaufskizze, legen die Produkt- und Präsentationsform fest und erarbeiten die Teilthemen.

(2) Produkterstellung und Präsentation: Referate, Arbeitspapiere, Präsentation der Simulationen

## **Schlussphase**

Auswertung der Projektarbeit: Reflexion der Prozesse und Inhalte

## **5.3 Das Projektlernen im 13. Jahrgang**

Im 11. Jahrgang haben die Schülerinnen und Schüler im Fachunterricht Methodenkompetenz erworben, die sie im 12. Jahrgang auf der Grundlage erweiterter fachlicher Kompetenzen bei den Fachprojekten genutzt und vervollkommnet haben. Auf dieser Grundlage bietet der Projektunterricht im 13. Jahrgang die Möglichkeit, das selbstverantwortete und selbstgestaltende Arbeiten in fächerübergreifenden Projekten zu vertiefen. Dabei kann das Fach Mathematik mit vielen Fächern verbunden werden.

# Kapitel 6

## Leistungen und ihre Bewertung

Die folgenden fachspezifischen Hinweise knüpfen an die für alle Fächer geltenden Aussagen zur Leistungsbewertung an, wie sie im Grundlagenteil unter Kapitel 6 dargestellt sind.

In der Leistungsbewertung der gymnasialen Oberstufe werden drei Beurteilungsbereiche unterschieden: Unterrichtsbeiträge, Klausuren und Ergebnisse einer Besonderen Lernleistung. Da die Bewertung der Besonderen Lernleistung in der Abiturprüfungsverordnung beschrieben ist, beschränkt sich die folgende Darstellung auf die Bewertung der Unterrichtsbeiträge und Klausuren.

Grund- und Leistungskurse unterscheiden sich nur im Umfang und in der Komplexität der Aufgabenstellungen, nicht aber in den Kriterien der Leistungsbewertung, die den Schülerinnen und Schülern bekannt zu geben sind.

### 6.1 Unterrichtsbeiträge

#### 6.1.1 Formen der Unterrichtsbeiträge

Unterrichtsbeiträge im Fach Mathematik werden in mündlicher, schriftlicher und praktischer Form erbracht.

##### Mündliche Unterrichtsbeiträge

- Beitragen zum Unterrichtsgespräch
- Auswerten von Hausaufgaben
- Arbeiten mit Partnern und in Gruppen
- Vortragen von Referaten
- Präsentieren von Ergebnissen aus Phasen von Partner- oder Gruppenarbeit sowie des Projektlernens

### **Schriftliche Unterrichtsbeiträge**

- Anfertigen von Hausaufgaben
- Erstellen von Protokollen und Arbeitspapieren
- Darstellen von Ergebnissen des Projektlernens

### **Praktische Unterrichtsbeiträge**

- Erstellen von Programmen
- Erstellen von Grafiken

## **6.1.2 Bewertungskriterien**

Die Kriterien der Bewertung von Leistungen im Fach Mathematik sind nach den vier Aspekten der Lernkompetenz geordnet und ergeben sich aus den im Kapitel 2.1 formulierten Kompetenzen.

Aus der folgenden Aufstellung werden nach fachlichen und pädagogischen Erfordernissen Kriterien zur Beurteilung von Einzelbeiträgen ausgewählt und spezifiziert. Sie sind nach Qualität und Umfang zu bewerten.

### **Sachkompetenz**

- Sach- und Themenbezogenheit
- fachliche Fundierung und Korrektheit
- sprachliche und fachterminologische Präzision
- Differenziertheit und Aspektreichtum
- Grad der Originalität und Eigenständigkeit
- fachbezogene Urteilsfähigkeit
- Problembewusstsein und Entwicklung von Fragestellungen (insbesondere auch beim Projektlernen)

### **Methodenkompetenz**

- Verwenden von mathematischen Grundtechniken
- Anwenden mathematischer Hilfsmittel
- Entwickeln von Programmen
- Umgehen mit dem Computer
- Anwenden von Beweismethoden
- Durchführen von Modellierungen
- Folgerichtiges Argumentieren
- Verwenden von heuristischen Strategien beim Problemlösen
- Planen und Durchführen der Arbeitsschritte beim Projektlernen
- Klarheit, Gliederung, Visualisierung bei der Präsentation von Informationen
- Medieneinsatz bei der Erarbeitung und Präsentation

**Selbstkompetenz**

- Reflektieren der verwendeten Methoden
- Einsatzbereitschaft
- Fragebereitschaft
- Fähigkeit zur Konzentration
- Bereitschaft zum Lernen aus Fehlern

**Sozialkompetenz**

- Eingehen auf Impulse und Lernbedürfnisse anderer
- Zuverlässigkeit in Partner- und Gruppenarbeit
- Gesprächs- und Argumentationsfähigkeit
- Kompromissfähigkeit bei gemeinsamen Gestaltungen

## 6.2 Klausuren

Zahl, Umfang und Art der Klausuren richten sich nach den Angaben der FgVO sowie der einschlägigen Erlasse in den jeweils gültigen Fassungen. Die Formen der Klausuren und die Bewertungskriterien orientieren sich an den jeweiligen Fachanforderungen für die Abiturprüfung, den Abiturprüfungsverordnungen (APVO) und den Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA).

Der Schwierigkeitsgrad der Klausuren ist im Verlaufe der Oberstufe schrittweise den Anforderungen an die Abiturklausuren anzupassen.