



Lehrplan

für die Sekundarstufe II
Gymnasium, Gesamtschule



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:

| I. Grundlagen, Abschnitt B | II. Fachliche Konkretionen |
|---|---|
| 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

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

| | | |
|-----------|--|-----------|
| II | Fachliche Konkretionen | 25 |
| 1 | Lernausgangslage | 26 |
| 2 | Fachliches Lernen als Erwerb von Kompetenzen | 27 |
| 2.1 | Der Beitrag des Faches zum Erwerb der Lernkompetenz | 27 |
| 2.2 | Beiträge des Faches zum Lernen in anderen Fächern | 29 |
| 3 | Strukturen des Faches | 31 |
| 3.1 | Didaktische Leitlinien | 31 |
| 3.2 | Bereiche und Sachgebiete | 32 |
| 4 | Themen des Unterrichts | 34 |
| 4.1 | Themenorientiertes Arbeiten | 34 |
| 4.2 | Kursthemen | 34 |
| 4.3 | Aussagen zur Verbindlichkeit | 35 |
| 4.4 | Themen und Inhalte | 35 |
| 4.5 | Jahrgangsstufe 13: Substitutionskurs Mathematik - Wirtschaft/Politik . . . | 47 |
| 4.6 | Jahrgangsstufe 13: Substitutionskurs Mathematik - Informatik | 52 |
| 5 | Projektlernen | 58 |
| 5.1 | Das Fach und das Projektlernen | 58 |
| 5.2 | Das Projektlernen im 12. Jahrgang | 58 |
| 5.3 | Das Projektlernen im 13. Jahrgang | 60 |
| 6 | Leistungen und ihre Bewertung | 62 |
| 6.1 | Unterrichtsbeiträge | 62 |
| 6.2 | Klausuren | 64 |

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 formuliert (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 umweltliche Aspekte 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.

Beim Eintritt der Schülerinnen und Schüler in die Oberstufe sind nicht nur ihre Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten, sondern auch ihr Interesse am Fach und ihre Motivation, sich auf komplexe mathematische Themen einzulassen, unterschiedlich entwickelt. Besonders hinsichtlich des Umgangs mit elektronischen Hilfsmitteln wie Taschenrechner und Computer differiert der Lernstand nicht nur zwischen den Jungen und Mädchen, sondern auch innerhalb der beiden Gruppen. Trotz der Unterschiede in der Art der Nutzungserfahrung (Programmierung, Anwendersoftware, Lernprogramme, Spiele) kann aber von einer prinzipiellen Bereitschaft zur Verwendung moderner Informationstechnologien ausgegangen werden.

Auf diese unterschiedlichen Lernbiografien nimmt der Unterricht besonders im 11. Jahrgang Rücksicht und versucht, die Kenntnisse, Fertigkeiten, Fähigkeiten durch integrierende Wiederholungen auf einen annähernd gleichen Stand zu bringen und vorhandene negative Einstellungen zum Fach zu verbessern.

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

Mathematik ist ein mehr als 4000 Jahre altes Kulturgut der Menschheit. Viele technische und wissenschaftliche Erkenntnisse beruhen in hohem Maße auf mathematischen Forschungsergebnissen und deren Anwendungen.

Mathematik ist für alle Schülerinnen und Schülern in der gymnasialen Oberstufe ein verbindlich zu belegendes Fach. 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 auch 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.

Wissenschaftspropädeutisches Arbeiten im Fach Mathematik erfordert, dass die Schülerinnen und Schüler zunehmend selbständig arbeiten, eigenständig Informationsquellen erschließen, heuristisch und systematisch Problemstellungen einer Lösung zuführen, Ergebnisse kritisch überprüfen und mit anderen kooperativ zusammenarbeiten.

Das Verknüpfen von Wissen, das Denken in Zusammenhängen und das Herstellen von Beziehungen nicht nur innerhalb der Mathematik, sondern auch zu anderen Fächern muss ein besonderes Anliegen des Unterrichts sein. Immer wenn es darum geht, Sachverhalte quantitativ zu erfassen, bietet sich die Mathematik an, und häufig gelingt es, diese Sachverhalte durch ein mathematisches Modell zu beschreiben und darüber Gesetzmäßigkeiten zu entwickeln.

Außer dem für das themenorientierte Arbeiten wichtigen Aspekt des mathematischen Modellierens müssen auch andere fundamentale Ideen der Mathematik wie Zahl, Messen und Schätzen, funktionaler Zusammenhang, räumliches Strukturieren, Wahrscheinlichkeit und

Algorithmus, die ebenfalls in anderen Wissenschaften eine Rolle spielen, durch geeignete Themen immer wieder in den Blick genommen werden. Dabei sollten auch Einblicke in die Genesis der Mathematik und in ihre historische Bedeutung für die Entwicklung unserer Kulturgeschichte gegeben werden (Newton, Leibniz, Riemann, Gauss, Euler u.a.).

Bei der Verarbeitung von großen Datenmengen, bei umfangreichen algebraischen Rechnungen und bei der Veranschaulichung geometrischer Zusammenhänge sollte der Einsatz von Rechnern mit leistungsfähiger Software wie Grafikprogrammen und Computer-Algebra-Systemen selbstverständlich sein. Dabei soll angestrebt werden, dass jede Schülerin und jeder Schüler die Möglichkeit hat, auch alleine mit solchen Programmen zu arbeiten, insbesondere auch zu Hause.

Diese didaktischen Aspekte der Mathematik erfordern eine Unterrichtskultur, in der den Schülerinnen und Schülern Raum gegeben wird für subjektive Sichtweisen, für eine wechselseitige Verständigung über die anstehenden mathematischen Themen, für kooperatives Problemlösen, für die produktive Auseinandersetzung mit Fehlern, für Umwege und alternative Deutungen sowie für den spielerischen und kreativen Umgang mit Mathematik.

Besonders gefördert werden muss die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, ihre Lernbiografie eigenverantwortlich zu gestalten. Bedingt durch überwiegend rezeptive Lernerfahrungen und fast ausschließlicher Fremdbeurteilung ihrer Leistungen besteht die Gefahr zur Fehleinschätzung ihrer Fähigkeiten. Da insbesondere die Selbstkompetenz entscheidenden Einfluss auf die berufliche Qualifizierung und die Studierfähigkeit hat, muss sich der Unterricht ihrer Förderung in besonderer Weise annehmen.

Die meisten Schülerinnen und Schüler haben Erfahrungen mit der Arbeit in Gruppen gemacht, zeigen jedoch in der Zusammenarbeit mit anderen Defizite im Hinblick auf Selbst- und Fremdwahrnehmung, Konfliktfähigkeit und Metakommunikation. Diese Qualifikationen müssen gerade vor dem Hintergrund der zunehmenden Bedeutung der Teamfähigkeit für eine berufliche Qualifizierung gefördert werden.

Außerdem ist zu berücksichtigen, dass die in der Sekundarstufe I vermittelten Kompetenzen häufig in relativ engen Sachzusammenhängen erworben worden sind, während in der Sekundarstufe II umfangreichere Problemstellungen erarbeitet und Methoden flexibler gehandhabt werden. Eine Wiederholung von Inhalten sollte daher immer in einen größeren Zusammenhang gestellt werden und zu einem Kompetenzzuwachs führen. Dabei können insbesondere durch den verstärkten Einsatz neuer Medien und Hilfsmittel vertiefte Erkenntnisse gewonnen werden. Bei der Integration des bereits Gelernten soll dabei zunehmend die Eigenverantwortung und Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt werden, so dass insgesamt eine Förderung in allen vier Aspekten der Lernkompetenz erfolgt.

3.2 Bereiche und Sachgebiete

Die drei Bereiche Analysis, Analytische Geometrie/Lineare Algebra sowie Stochastik sind mit Sachgebieten nebst Inhalten und Themen in jeder Jahrgangsstufe vertreten. Der Lehrplan Mathematik ist also nach dem Spiralprinzip aufgebaut: Durch die Wiederaufnahme von Inhalten vorhergehender Jahrgangsstufen wird eine permanente Wiederholung erreicht, die in eine Vertiefung der neuen Inhalte eingebettet ist. Dieser Aufbau ermöglicht

es daher stärker, eine Vernetzung von Sachgebieten und Themen auch innerhalb der Mathematik zu unterstützen.

Folgende Sachgebiete werden innerhalb der drei Bereiche behandelt:

3.2.1 Analysis

- Differentialrechnung
- Integralrechnung
- Exponentialfunktionen
- Kurvenscharen
- Numerische Mathematik
- Komplexe Zahlen

3.2.2 Analytische Geometrie/Lineare Algebra

- Affine Geometrie
- Metrische Geometrie
- Vektorräume
- Kreis und Kugel

3.2.3 Stochastik

- Wahrscheinlichkeitsrechnung
- Wahrscheinlichkeitsverteilungen
- Beurteilende Statistik

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 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

Das Jahrgangsthema für die Jahrgangsstufe 11 sowie die Kursthemen für die Jahrgangsstufen 12 und 13 ergeben sich aus den zu behandelnden Sachgebieten.

- Jahrgangsstufe 11: Differentialrechnung - Affine Geometrie - Wahrscheinlichkeitsrechnung
- Grundkurs 12.1: Integralrechnung - Metrische Geometrie
- Grundkurs 12.2: Exponentialfunktionen - Wahrscheinlichkeitsverteilungen
- Grundkurs 13.1: Beurteilende Statistik - Kreis und Kugel
- Grundkurs 13.2: Kurvenscharen und Numerische Mathematik - Komplexe Zahlen
- Leistungskurs 12.1: Integralrechnung - Vektorräume/Metrische Geometrie
- Leistungskurs 12.2: Exponentialfunktionen - Wahrscheinlichkeitsverteilungen
- Leistungskurs 13.1: Kurvenscharen und Numerische Mathematik - Beurteilende Statistik
- Leistungskurs 13.2: Testverfahren - Kreis und Kugel - Komplexe Zahlen

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. Die mit (E) gekennzeichneten Inhalte sind mögliche Erweiterungen.

Im Leistungskurs des 12. Jahrgangs wird ein Thema projektorientiert erarbeitet. Nach dem schriftlichen Abitur wird in Grund- und Leistungskursen ein etwa vierwöchiges Projekt durchgeführt (vgl. Kap. 5).

4.4 Themen und Inhalte

In diesem Kapitel werden nach Grund- und Leistungskursen getrennt die Sachgebiete mit didaktischen Bemerkungen, Themen und Inhalten jahrgangswise dargestellt.

Grund- und Leistungskurse stimmen in den Sachgebieten im Wesentlichen 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 in der Oberstufe Sachgebiete zu den Bereichen Analysis, Analytische Geometrie/Lineare Algebra und Stochastik verbindlich sind und der Lehrplan spiralig aufgebaut ist, wird jeweils ein Sachgebiet dieser Bereiche schon in der Jahrgangsstufe 11 erarbeitet.

Im Grundkursbereich des 13. Jahrgangs können die beiden Kurse Mathematik durch zwei Kurse Mathematik-Wirtschaft/Politik oder Mathematik-Informatik substituiert werden, wenn die personellen Voraussetzungen in der Schule gegeben sind (vgl. Kap. 4.5 und 4.6).

4.4.1 Jahrgangsstufe 11: Differentialrechnung - Affine Geometrie - Wahrscheinlichkeitsrechnung

Der Unterricht in der Jahrgangsstufe 11 knüpft an die fachlichen und methodischen Kenntnisse der Schülerinnen und Schüler zum Abschluss der Sekundarstufe I an, führt in die wissenschaftspropädeutische Arbeitsweise ein und vermittelt Formen des selbständigen Lernens. Notwendige Wiederholungen und Ergänzungen sollen in den Unterricht integriert werden. Außerdem muss er auf die Differenzierung des Fachs in Grund- und Leistungskurse vorbereiten.

Für das Arbeiten in der Jahrgangsstufe 11 und in Grundkursen gilt, dass Einsicht und Verständnis für grundlegende Inhalte Vorrang haben vor formaler Exaktheit und Vollstän-

digkeit. Daher sind auch Plausibilitätsüberlegungen legitim, wenn sie als solche deutlich gemacht werden. Die Notwendigkeit eines Beweises und seine Durchführung muss aber an geeigneten Beispielen einsichtig gemacht werden.

Differentialrechnung (14 Wochen)

Ausgehend von unterschiedlichen funktionalen Zusammenhängen aus ihrer Erfahrungswelt sollen die Schülerinnen und Schüler erkennen, wie sich das Änderungsverhalten einer Funktion durch ihre Ableitungsfunktion beschreiben lässt. Die in der Sekundarstufe I bereitgestellten Funktionen bilden den Vorrat der Funktionen.

Themen

- Kostenentwicklung in einem Betrieb
- Anfahren und Bremsen eines Fahrrades
- Temperaturschwankungen innerhalb eines Tages
- Energiebedarf einer Stadt im Tagesverlauf
- Der Parabolspiegel eines Satellitenprogrammempfängers
- Optimaler Materialverbrauch bei einer Milchverpackung

| Inhalte | Hinweise |
|---|---|
| Mittlere Änderungsrate | – Einführung des Differenzenquotienten einer Funktion, Sekantensteigung |
| Momentane (lokale) Änderungsrate | – Übergang zum Differentialquotienten durch Verwendung eines intuitiven Grenzwertbegriffs (Veranschaulichung z.B. mit Tabellenkalkulationsprogramm), Tangentensteigung |
| Ableitungsfunktion | – Übergang von der lokalen Steigung zur Ableitungsfunktion; Entwicklung der Ableitungsregel für Potenzfunktionen; Summen- und Faktorregel |
| Extremwerte | – notwendige, hinreichende Bedingung für eine Extremstelle; Extremwertaufgaben |
| Differentiationsregeln | – Erweiterung auf Kehrwert- und Wurzelfunktion; grafisches Differenzieren, auch am Beispiel der Sinus- und Cosinusfunktion; Einführung der Produkt-, Quotienten- und Kettenregel, wenn sich die Notwendigkeit aus der Anwendung ergibt. |
| Numerische Ermittlung von Funktionswerten | – Näherungsverfahren (Halbschrittverfahren oder regula falsi); Computereinsatz |

Affine Geometrie (7 Wochen)

Im Mittelpunkt stehen die Erarbeitung der vektoriellen Geraden- und Ebenengleichung und die Untersuchung von Lagebeziehungen. Über das Lösen Linearer Gleichungssysteme

me und Interpretieren der Lösungen können die Lagebeziehungen zwischen Geraden und Ebenen analytisch geklärt werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen ihr räumliches Vorstellungsvermögen durch Zeichnen von Geraden und Ebenen verbessern.

Themen

- Zeichnerische Darstellung linearer Figuren im Raum
- Kollisionskurse

| Inhalte | Hinweise |
|--|---|
| Vektoren im 2- bzw. 3-dimensionalen Raum | – Vektoren werden in der Spaltenform angegeben. |
| Rechnen mit Vektoren | – Addition; S-Multiplikation; Linearkombination |
| Geraden und Ebenen | – Gleichungen in Parameterform |
| Lage von Geraden und Ebenen | – Lösen Linearer Gleichungssysteme; Computereinsatz |

Wahrscheinlichkeitsrechnung (7 Wochen)

Die Stochastik ist der Bereich, in dem das mathematische Modellieren besonders deutlich gemacht werden kann. Die Beschreibung von Anwendungssituationen durch mathematische Modelle soll sowohl geübt als auch Grenzen der Modelle erkannt werden. Dazu sollten die angegebenen Inhalte mit aktuellen Daten aus der Tagespresse oder dem statistischen Jahrbuch aufbereitet werden. An konkreten Fragestellungen, kleinen Projekten und Experimenten kann die Theorie exemplarisch entwickelt werden. So lässt sich das Spannungsfeld „Realität - mathematisches Modell“ beleuchten.

Die notwendigen Grundlagen (relative Häufigkeit, Laplace-Wahrscheinlichkeit, Pfadregeln) werden in der Sekundarstufe I gelegt, sollten aber an geeigneten Themen wiederholt werden. Eine ausführliche Behandlung kombinatorischer Regeln ist nicht intendiert.

Themen

- Roulette
- Lotto
- Vererbung von Merkmalen

| Inhalte | Hinweise |
|---|--|
| Wahrscheinlichkeit, bedingte Wahrscheinlichkeit | – Wahrscheinlichkeit von Anzahlen $P(X=k)$ ohne Problematisierung der Zufallsvariablen; Vierfeldertafel |
| Simulation | – Computer als Zufallsgenerator ohne Thematisierung der Erzeugung von Zufallszahlen, keine Beschränkung auf Binomialverteilung |

4.4.2 Grundkurs

Jahrgangsstufe 12

Grundkurs 12.1: Integralrechnung - Metrische Geometrie

Grundkurs 12.2: Exponentialfunktionen - Wahrscheinlichkeitsverteilungen

Integralrechnung (Grundkurs 12.1; 8 Wochen)

Da der Integralbegriff wie der Ableitungsbegriff sehr unterschiedliche Anwendungen zulässt, darf sich die Integralrechnung nicht allein auf die Berechnung von Flächeninhalten beschränken. Die in der Sekundarstufe I bereitgestellten Funktionen bilden den Vorrat der Funktionen. Sinnvoll ist es, zunächst mit vereinfachtem Zahlenmaterial zu arbeiten.

Themen

- Volumenbilanz eines Pumpspeicherwerks
- Durchschnittswerte bei Temperaturen (Niederschlägen)
- Inhalte krummlinig begrenzter Flächen

| Inhalte | Hinweise |
|-------------------------------------|---|
| Summe von Produkten | – Unterschiedliche Problemstellungen führen auf Summen von Produkten, die sich grafisch als Flächeninhalt von Rechteckstreifen deuten lassen. |
| Integralfunktion | – intuitive Grenzwertbildung (Veranschaulichung z.B. mit Tabellenkalkulationsprogramm); Integralwert; Integralfunktion |
| Hauptsatz der Infinitesimalrechnung | – Begründung des Hauptsatzes für nichtnegative, stetige Funktionen; Berechnen des Integralwerts mithilfe der Stammfunktion |
| Integrationsregeln | – Additivität; Linearität |
| (E) Differentialgleichungen | – Auswahl solcher Differentialgleichungen, die sich durch Integration lösen lassen |
| (E) Volumenberechnungen | – Volumen von Rotationskörpern |

Metrische Geometrie (Grundkurs 12.1; 6 Wochen)

Die affine Geometrie wird um metrische Elemente erweitert. mithilfe des Skalar- und Vektorproduktes können geometrische Fragen (Winkel zwischen Vektoren, Orthogonalität, Flächeninhalt eines Dreiecks, Spatvolumen) beantwortet werden. Alternativ zur Reihenfolge der Inhalte kann auch das Vektorprodukt für das operative Verfahren vorgezogen werden.

Themen

- Minimaler Abstand zwischen Flugkursen
- Sicher Fliegen und Landen
- Berechnung und Darstellung der Bewegung von Körpern

| Inhalte | Hinweise |
|---------------|--|
| Länge | – Skalarprodukt; Betrag eines Vektors |
| Winkelmaß | – Winkelmaß zwischen Vektoren, Geraden und Ebenen; Prüfen auf Orthogonalität |
| Abstand | – Abstand zwischen Punkten, Geraden und Ebenen; Lotfußpunktverfahren; Normalenform einer Ebenengleichung |
| Flächeninhalt | – Vektorprodukt; Flächeninhalt eines Dreiecks; Spatvolumen |

Exponentialfunktionen (Grundkurs 12.2; 5 Wochen)

Wachstums- und Zerfallsprozesse spielen sich in vielen Bereichen der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler ab. Die Modellierungen solcher Prozesse gestatten Prognosen. Eine Vereinheitlichung bei exponentiellen Prozessen erfolgt mithilfe der e-Funktion. Dieses Sachgebiet vertieft das gleichnamige Sachgebiet aus der Jahrgangsstufe 10.

Themen

- Stetige Verzinsung eines Kapitals
- Radioaktiver Zerfall
- Bevölkerungswachstum

| Inhalte | Hinweise |
|---|--|
| Eigenschaften von Exponentialfunktionen | – Monotonie; Verdoppelungs- und Halbierungswerte; Erkenntnis, dass exponentielle Wachstums- oder Zerfallsprozesse durch Exponentialfunktionen mit einer festen Basis (z.B. 2) dargestellt werden können; Logarithmusfunktion als Umkehrfunktion; Ableitung von Exponentialfunktionen |
| e-Funktion | – Definition der Euler'schen Zahl mithilfe der Ableitung für Exponentialfunktionen |
| Natürliche Logarithmusfunktion | – Eigenschaften; Ableitungsfunktion; Lösen von Exponentialgleichungen |
| (E) Differentialgleichungen des Typs $f'(x) = k f(x)$ | – Erkenntnis, dass sich alle exponentiellen Wachstums- oder Zerfallsprozesse durch diesen Typ beschreiben lassen |

Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Grundkurs 12.2; 9 Wochen)

Die Schülerinnen und Schüler sollen erfahren, dass viele Zufallsexperimente durch eine Binomialverteilung ausreichend gut modelliert werden können (Laplace-Bedingung $npq > 9$). Die Normalverteilung ist zunächst als Näherung der Binomialverteilung anzusehen, da Tabellen nur für bestimmte n und p vorhanden sind.

Die Begriffe Fakultät und Binomialkoeffizient sind zielgerichtet auf die Darstellung der Verteilungsfunktion zu behandeln. Auf weitergehende kombinatorische Fragestellungen ist hier zu verzichten. Die Urnenmodelle „Ziehen mit/ohne Zurücklegen“ sind als Vorstellung der Verteilungen hilfreich.

Themen

- Werfen von Würfeln (auch Tetraederwürfel)
- Das Galton-Brett
- Normalverteilte Zufallsgrößen

| Inhalte | Hinweise |
|-----------------------|---|
| Binomialverteilung | – Urnenmodell „Ziehen mit Zurücklegen“; Berechnung von Werten; Arbeit mit Tabellen; Erwartungswert und Standardabweichung (Beweise nicht erforderlich); Eigenschaften der Binomialverteilung; Computereinsatz |
| Normalverteilung | – Bestimmung der Näherungswerte mithilfe von Tabellen oder Rechnern |
| (E) Poissonverteilung | – Näherung der Binomialverteilung für kleine p |

Jahrgangsstufe 13

Grundkurs 13.1: Beurteilende Statistik - Kreis und Kugel

Grundkurs 13.2: Kurvenscharen und Numerische Mathematik - Komplexe Zahlen

Beurteilende Statistik (Grundkurs 13.1; 7 Wochen)

Die Sachprobleme werden so vorgegeben, dass sie durch Binomialverteilungen modelliert werden können. Besondere Bedeutung kommt der Interpretation des Ergebnisses zu. Dabei sollen auch die Grenzen der Verfahren erkannt werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen zumindest einmal zu einem offen formulierten Sachproblem einen Test entwerfen, gesuchte Größen berechnen und Konsequenzen der Ergebnisse für den Sachverhalt erörtern. Dies kann im Grundkurs im Unterrichtsgespräch oder in einer angeleiteten Gruppenarbeit erfolgen.

Themen

- Bruttosozialprodukt der EU-Staaten und Einwohnerzahl
- Wahlhochrechnung
- Geschmackstest

| Inhalte | Hinweise |
|---|---|
| Korrelation | – Regressionsgerade als Anwendung der Analysis |
| Sigma-Umgebungen bei Binomialverteilungen | – 1-, 2-, oder 3-Sigma-Umgebungen; Aussagen über fast alle Ergebnisse der zugehörigen Zufallsgröße; Schluss von der Gesamtheit auf die Stichprobe |
| Alternativtest | – Verbale Beschreibung des Testproblems; Festlegung des Stichprobenumfangs; Festlegung des Annahme- und Ablehnungsbereichs; Entscheidungsregel; Fehler erster und zweiter Art |
| Signifikanztest | – Festlegung von Nullhypothese und Gegenhypothese; Festlegung der Irrtumswahrscheinlichkeit; Signifikanzniveau; Bestimmung der Testvariablen und ihrer Verteilung |

Kreis und Kugel (Grundkurs 13.1; 3 Wochen)

Die Analytische Geometrie wird um Kreise und Kugeln erweitert. Vektoren können auch hier zur Untersuchung vorteilhaft genutzt werden.

Themen

- Meteoriteneinschlag auf der Erde

| Inhalte | Hinweise |
|---------------------------------|---|
| Kreis und Kugel | – Kreis- und Kugelgleichung; Schnittaufgaben |
| Tangenten und Tangential-ebenen | – Gleichungen in Ursprungs- und Verschiebungsform |

Kurvenscharen und Numerische Mathematik (Grundkurs 13.2; 7 Wochen)

Anknüpfend an die Analysiskenntnisse der Jahrgangsstufen 11 und 12 werden höhere Ableitungen untersucht, die erlernten Techniken werden auf Kurvenscharen (ganzrationale Funktionen, Exponentialfunktionen) angewendet.

Themen

- Gleisbau
- Flugkurven beim Kugelstoßen

| Inhalte | Hinweise |
|----------------------|--|
| Krümmung | – geometrische Bedeutung der zweiten Ableitung; Wendestelle; Wendetangente; einfache Parameternaufgaben |
| Kurvenscharen | – Untersuchung von Kurvenscharen; Einhüllende Kurve; Kurven auf denen die Extrem- und Wendepunkte liegen; einfache Grenzwertbestimmungen |
| Numerische Verfahren | – Newton-Verfahren zur Nullstellenbestimmung; Sehnen-Verfahren zur numerischen Integration |

Komplexe Zahlen (Grundkurs 13.2; 4 Wochen)

Nach dem schriftlichen Abitur erfolgt die Zahlbereichserweiterung. Danach sollte projektartig eines der vorgeschlagenen Themen durchgeführt werden.

Projektthemen

- Iteration im Komplexen
- Fraktale Geometrie
- Lineare Transformationen

4.4.3 Leistungskurs

Jahrgangsstufe 12

Leistungskurs 12.1: Integralrechnung - Vektorräume/Metrische Geometrie

Leistungskurs 12.2: Exponentialfunktionen - Wahrscheinlichkeitsverteilungen

Integralrechnung (Leistungskurs 12.1; 8 Wochen)

Da der Integralbegriff wie der Ableitungsbegriff sehr unterschiedliche Anwendungen zulässt, darf sich die Integralrechnung nicht allein auf die Berechnung von Flächeninhalten beschränken. Neben ganzrationalen Funktionen werden ebenfalls trigonometrische Funktionen behandelt. Das Datenmaterial sollte realistisch gewählt werden. Eine Definition des Integralwerts im Riemann'schen Sinne ist anzustreben.

Themen

- Volumenbilanz eines Pumpspeicherwerks
- Durchschnittswerte bei Temperaturen (Niederschlägen)
- Kepler'sche Fassregel zur Berechnung von Volumina
- Länge einer Straße
- Inhalte krummlinig begrenzter Flächen

| Inhalte | Hinweise |
|-------------------------------------|---|
| Summe von Produkten | – Unterschiedliche Problemstellungen führen auf Summen von Produkten, die sich grafisch als Flächeninhalt von Rechteckstreifen deuten lassen. |
| Integralfunktion | – Integralwert; Integralfunktion |
| Hauptsatz der Infinitesimalrechnung | – Problematisierung und Definition der Stetigkeit einer Funktion an einer Stelle; Beweis des Hauptsatzes; Berechnen des Integralwerts durch Stammfunktionen |
| Integrationsregeln | – Additivität; Linearität; partielle Integration; Integration durch Substitution; uneigentliche Integrale |
| Näherungsverfahren | – Sehnentrapez- und Tangententrapezverfahren Simpsonverfahren; Fehlerabschätzungen |
| Volumenberechnungen | – Volumen von Rotationskörpern |
| (E) Differentialgleichungen | – Auswahl solcher Differentialgleichungen, die sich durch Integration lösen lassen |

Vektorräume/Metrische Geometrie (Leistungskurs 12.1; 6 Wochen)

In diesem Sachgebiet können die Schülerinnen und Schüler erfahren, dass sich mit Strukturbetrachtungen (Vektorraum) unterschiedliche Bereiche auf das algebraisch Wesentliche reduzieren lassen. Mit Einführung zentraler Begriffe und Definitionen der Linearen Algebra kann das Beweisen auf einem angemessenen Niveau weitergeführt werden.

Themen

- Verwaltung eines Warenlagers (Matrizen)
- Sicher Fliegen und Landen

| Inhalte | Hinweise |
|---------------------------------|---|
| Vektorräume | – Die Strukturen (Axiomensystem, Basis und Dimension) sollten an mehreren Beispielen (n- Tupel, Matrizen, Folgen, ganzrationale Funktionen usw.) untersucht werden; Linearkombination von Vektoren. |
| Skalarprodukt | – Beispiele für verschiedene Skalarprodukte in einem Vektorraum; Beweis geeigneter elementargeometrischer Sätze mit vektoriellen Methoden |
| Vektor- und Spatprodukt | – Vektorprodukt als spezielles Produkt im 3-dimensionalen Vektorraum mit geometrischer Veranschaulichung |
| Normalen- und Koordinatenformen | – Schnittwinkel zwischen Geraden oder Ebenen; Abstand zwischen Punkten, Geraden und Ebenen; Normalenform einer Ebenengleichung |

Exponentialfunktionen (Leistungskurs 12.2; 3 Wochen)

Die Modellierung von exponentiellen Wachstums- oder Zerfallsprozessen führt sowohl auf eine Funktional- als auch auf eine Differentialgleichung, deren Lösung sich durch Exponentialfunktionen beschreiben lassen. Durch die Basis e werden die Lösungen sinnvoll normiert.

Themen

- Stetige Verzinsung eines Kapitals
- Radioaktiver Zerfall
- Bevölkerungswachstum
- Höhenabhängigkeit des Luftdrucks

| Inhalte | Hinweise |
|---|--|
| Eigenschaften von Exponentialfunktionen | – Monotonie; Funktionalgleichung; Erkenntnis, dass exponentielle Wachstums- oder Zerfallsprozesse durch Exponentialfunktionen mit einer festen Basis (z.B. 2) dargestellt werden können; Logarithmusfunktion als Umkehrfunktion; Ableitung von Exponentialfunktionen |
| e-Funktion | – Definition der Euler'schen Funktion mithilfe der Ableitung des Exponentialfunktionen |
| Natürliche Logarithmusfunktion | – Beweis der Eigenschaften; Ableitungsfunktion; Lösen von Exponentialgleichungen |

Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Leistungskurs 12.2; 6 Wochen)

Die Schülerinnen und Schüler sollen erfahren, dass viele Zufallsexperimente durch eine Binomialverteilung ausreichend gut modelliert werden können (Laplace-Bedingung $npq > 9$). Die Normalverteilung als Näherung der Binomialverteilung sollte in Verbindung mit der Analysis erarbeitet werden. Für Anwendungsaufgaben ist eine Begründung der Wahl der verwendeten Verteilung unbedingt erforderlich.

Die Begriffe Fakultät und Binomialkoeffizient sind zielgerichtet auf die Darstellung der Verteilungsfunktion zu behandeln. Auf weitergehende kombinatorische Fragestellungen ist hier zu verzichten. Die Urnenmodelle „Ziehen mit/ohne Zurücklegen“ sind als Vorstellung der Verteilungen hilfreich.

Themen

- Werfen von Würfeln (auch Tetraederwürfel)
- Kartenspiele
- Normalverteilte Zufallsgrößen
- Radioaktiver Zerfall

| Inhalte | Hinweise |
|------------------------------|---|
| Binomialverteilung | – Urnenmodell „Ziehen mit Zurücklegen“; Berechnung von Werten; Erwartungswert und Standardabweichung; Eigenschaften der Binomialverteilung |
| Hypergeometrische Verteilung | – Urnenmodell „Ziehen ohne Zurücklegen“; Binomialkoeffizient; Berechnung von Werten; Erwartungswert und Standardabweichung; Vergleich zur Binomialverteilung, Laplace-Bedingung |
| Normalverteilung | – Näherung der Binomialverteilung (Laplace-Bedingung); Gauß'sche Integralfunktion (Standard-Normalverteilung); Eigenschaften der Gaußfunktion; Formel von Moivre |
| Poissonverteilung | – Näherung der Binomialverteilung für kleine p |

Projektlernen (Leistungskurs 12.2; 5 Wochen)

Die folgenden vorgeschlagenen Projektthemen vernetzen jeweils zwei Bereiche oder erschließen neue Sachgebiete (siehe auch Kap. 5).

Projektthemen

- Ebene Kurven im Raum
- Gewinn und Verlust: Zwei-Personen-Spiele
- Stochastische Prozesse: Markow-Ketten
- Optimierung von Entscheidungen: Operation Research
- Bahnkurven von Himmelskörpern: Kegelschnitte
- Kryptologie: Codieren und Chiffrieren
- Brückenformen
- Wachstumsprozesse: Modellbildung und Simulation

Jahrgangsstufe 13

Leistungskurs 13.1: Kurvenscharen und Numerische Mathematik - Beurteilende Statistik
 Leistungskurs 13.2: Testverfahren - Kreis und Kugel - Komplexe Zahlen

Kurvenscharen und Numerische Mathematik (Leistungskurs 13.1; 7 Wochen)

Anknüpfend an die Analysiskenntnisse der Jahrgangsstufen 11 und 12 werden höhere Ableitungen untersucht. Die erlernten Techniken werden auf Kurvenscharen unterschiedlicher Funktionstypen angewendet.

Themen

- Gleisbau
- Flugkurven beim Kugelstoßen

| Inhalte | Hinweise |
|----------------------|--|
| Krümmung | – geometrische Bedeutung der zweiten Ableitung; Wendestelle; Wendetangente; Parameteraufgaben |
| Kurvenscharen | – Untersuchung von Kurvenscharen; Einhüllende Kurve; Kurven auf denen die Extrem- und Wendepunkte liegen; Grenzwertberechnungen; Satz von l’Hospital |
| Numerische Verfahren | – Konvergenz und Fehlerabschätzung von Verfahren zur Nullstellenbestimmung (Newton-Verfahren, regula falsi) und zur Integration |
| Taylorreihen | – Satz von Taylor, Restgliedabschätzungen |

Beurteilende Statistik (Leistungskurs 13.1; 3 Wochen)

Mit der Regel über die Wahrscheinlichkeiten von Sigma-Umgebungen ist eine Möglichkeit gegeben, Aussagen über fast alle (90% bzw. 99% der) Ergebnisse der zugehörigen Zufallsgröße zu machen. Somit kann aus einer bekannten Erfolgswahrscheinlichkeit der Schluss von der Gesamtheit auf die Stichprobe durchgeführt werden. Beim Schluss von der Stichprobe auf die Gesamtheit wird die Erfolgswahrscheinlichkeit, die dem Stichprobenergebnis zugrunde liegt, durch Konfidenzintervalle bestimmt.

Themen

- Wahlhochrechnung
- Bruttosozialprodukt der EU-Staaten und Einwohnerzahl

| Inhalte | Hinweise |
|---------------------|--|
| Sigma-Umgebungen | – 1,64- und 2,58-Sigma-Umgebungen; Aussagen über fast alle Ergebnisse der zugehörigen Zufallsgröße; Schluss von der Gesamtheit auf die Stichprobe |
| Konfidenzintervalle | – Bestimmung eines Konfidenzintervalls für eine unbekannte Wahrscheinlichkeit; Schätzen des Parameters p ; Zusammenhang zwischen Stichprobenumfang und Länge des Konfidenzintervalls |
| Korrelation | – Regressionsgerade als Anwendung der Analysis |

Testverfahren (Leistungskurs 13.2; 4 Wochen)

Die Sachprobleme werden so vorgegeben, dass sie durch Binomialverteilungen modelliert werden können. Gegebenenfalls werden die Binomialverteilungen durch die Normalverteilung approximiert. Besondere Bedeutung kommt der Interpretation des Ergebnisses zu. Dabei sollen auch die Grenzen der Verfahren erkannt werden.

Die Schülerinnen und Schüler sollen zumindest einmal zu einem offen formulierten Sachproblem einen Test entwerfen, gesuchte Größen berechnen und Konsequenzen der Ergebnisse für den Sachverhalt erörtern. Dies kann weitgehend selbständig in Gruppen- oder Partnerarbeit erfolgen.

Themen

- Geschmackstest
- Übereinstimmung einer angenommenen Verteilung mit der Realität

| Inhalte | Hinweise |
|-----------------------|---|
| Alternativtest | – verbale Beschreibung des Testproblems; Festlegung des Stichprobenumfangs; Festlegung des Annahme- und Ablehnungsbereichs; Entscheidungsregel; Fehler erster und zweiter Art |
| Signifikanztest | – Festlegung von Nullhypothese und Gegenhypothese; Festlegung der Irrtumswahrscheinlichkeit; Signifikanzniveau; Bestimmung der Testvariablen und ihrer Verteilung |
| Weitere Testverfahren | – Chi-Quadrat-Test oder Vorzeichentest oder Fishers exakter Test |

Kreis und Kugel (Leistungskurs 13.2; 3 Wochen)

Die Analytische Geometrie wird um Kreise und Kugeln erweitert. Vektoren können auch hier zur Untersuchung vorteilhaft genutzt werden.

Themen

- Meteoriteneinschlag auf der Erde
- Satelliten unterstützte Navigation (GPS)

| Inhalte | Hinweise |
|--------------------------------|---|
| Kreis und Kugel | – Kreis- und Kugelgleichung; Schnittaufgaben |
| Tangenten und Tangentialebenen | – Gleichungen in Ursprungs- und Verschiebungsform |
| Polare und Polarebene | – Pol-Polarenbeziehung; Spiegelung an Kreis und Kugel |

Komplexe Zahlen (Leistungskurs 13.2; 4 Wochen)

Nach dem schriftlichen Abitur erfolgt die Zahlbereichserweiterung. Danach sollte projektartig eines der vorgeschlagenen Themen durchgeführt werden.

Projektthemen

- Iteration im Komplexen
- Fraktale Geometrie
- Lineare Transformationen

4.5 Jahrgangsstufe 13: Substitutionskurs Mathematik - Wirtschaft/Politik

Substitutionskurs 13.1: Differentialrechnung/Lineare Algebra - Mikroökonomie

Substitutionskurs 13.2: Differentialrechnung/Statistik - Sozialwissenschaften

Der Substitutionskurs orientiert sich an dem 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 dieses Kurses steht, ist es notwendig, dass bei den mathematischen Begriffsbildungen Abstriche hinsichtlich der Vielfalt und Strenge gemacht werden. So wird man auch häufig auf Beweise mathematischer Aussagen verzichten. Andererseits soll die Vorgehensweise durchaus mathematischen Ansprüchen genügen.

Für das erste Halbjahr der Jahrgangsstufe 13 sind zwölf Wochen und für das zweite Halbjahr sind neun Wochen mit verpflichtenden Sachgebieten ausgewiesen. Zur Schwerpunktbildung werden wahlweise vier Sachgebiete angeboten, von denen nach Möglichkeit eines im Zeitumfang von vier Wochen behandelt werden sollte.

4.5.1 Ganzrationale Funktionen - Kostentheorie (Grundkurs 13.1; 5 Wochen)

Die Kostentheorie knüpft direkt an die Themen des Fachs Wirtschaft/Politik aus der Jahrgangsstufe 12.1 an. Es soll an dieser Stelle aber nur der Betrieb als ökonomisches System im Sinne der Kostentheorie betrachtet werden. Im Mittelpunkt stehen die Begriffe Wirtschaftlichkeit, Produktivität, Rentabilität und Gewinn.

Die mathematischen Inhalte knüpfen direkt an das Sachgebiet „Differentialrechnung“ aus dem 11. Jahrgang an. Da bisher nur die erste Ableitung und ihre Anwendungen betrachtet wurden, müssen die Kenntnisse der Schülerinnen und Schüler erweitert werden durch die zweite Ableitung und durch die Betrachtung von Wendepunkten. Es werden nur Eigenschaften von ganzrationalen Funktionen und von Funktionenscharen behandelt, bei dem Thema „Stückkosten“ auch einfache gebrochen-rationale Funktionen.

Themen

- Kosten als Ausgangspunkt betriebswirtschaftlicher Entscheidungen
- Rationalisierung eines Betriebes

| Inhalte | Hinweise |
|---------|---|
| Kosten | – fixe, sprungfixe und variable Kosten; Stückkosten, Durchschnittskosten, Grenzkosten, Grenzkostenminimum; Minimalkostenkombination (Faktormengenkombination, Isoquante, Isokosten) |
| Erlös | – Grenzerlös |
| Gewinn | – Grenzgewinn, Gewinnschwelle (Even-Break-Point) |

4.5.2 Einfache gebrochen-rationale Funktionen - Preisbildungsprozesse (Grundkurs 13.1; 3 Wochen)

Preisbildungsprozesse setzen sich mit Grundlagen des marktwirtschaftlichen Systems - ausgehend von den Kenntnissen aus dem 11. Jahrgang - auseinander. Es sollen die unterschiedlichen Verhaltensweisen der Marktteilnehmer und die damit verbundene Preisbildung auf verschiedenen Märkten analysiert werden. Im Mittelpunkt stehen die Begriffe Angebot, Nachfrage und Preis. Die mathematischen Inhalte aus der Differentialrechnung werden am Beispiel ganzrationaler Funktionen und einfacher gebrochen-rationaler Funktionen vertieft. Es soll in diesem Sachgebiet aber verstärkt an Modellen gearbeitet werden.

Themen

- Preisbildung auf unterschiedlichen Märkten
- Unternehmenszusammenschlüsse

| Inhalte | Hinweise |
|---------------------------------------|--|
| Markt und Marktformen | – Monopol, Oligopol, Polypol |
| Verhaltensweisen von Marktteilnehmern | – Mengenanpasser, Preisfixierer, Mengensexportierer, Optionsfixierer |
| Preisbildung | – auf vollkommenen und unvollkommenen Märkten |

4.5.3 Matrizen/Lineare Gleichungssysteme - Betriebliche Leistungserstellung (Grundkurs 13.1; 4 Wochen)

Das Sachgebiet knüpft direkt an die Kenntnisse aus dem Sachgebiet Kostentheorie an. Es sollen hier betriebswirtschaftliche Verflechtungen - Input-Fertigung-Output - analysiert werden. Dazu gehört auch die Betrachtung unterschiedlicher Produktionsprozesse.

Zusätzlich kann ein Beispiel aus der Makroökonomie betrachtet werden: Das Leontief - Modell. In den Jahren 1919 bis 1929 entwickelte der Amerikaner Wassily W. Leontief ein Modell, das dazu dienen sollte, die Strukturen einer Volkswirtschaft offen zu legen. Er unterteilte die Volkswirtschaft in Sektoren und beschrieb die Verflechtungen untereinander. Diese Verflechtung kann grafisch als Verflechtungsdiagramm oder tabellarisch in der Form einer Input-Output-Tabelle dargestellt werden.

In den Wirtschaftswissenschaften fallen oft große Datenmengen an, die zu „Blöcken“ zusammengefasst werden. Durch das Rechnen mit Matrizen lassen sich viele Beziehungen zwischen solchen Datenblöcken übersichtlich darstellen und durch Lösen des zugehörigen Gleichungssystems auswerten. Mithilfe der EDV können somit auch große Datenmengen schnell verarbeitet werden.

Themen

- Lösung von Problemen mehrstufiger Produktionsprozesse
- Strukturen einer Volkswirtschaft - das Leontief-Modell

| Inhalte | Hinweise |
|--------------------------------|---|
| Leistungserstellung im Betrieb | – Fertigungsprogramme, Fertigungsdurchführung |
| Kostentheorie | |

4.5.4 Statistik - Demographie (Grundkurs 13.2; 5 Wochen)

Dieses Sachgebiet knüpft an die im Fach Wirtschaft/Politik des 11. Jahrgangs behandelten Fragen der Sozialstruktur Deutschlands an. Demografische Problemstellungen spielen aber auch in der internationalen Politik eine Rolle; hier ergeben sich auch Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit dem Fach Erdkunde.

Zentrale Begriffe und Verfahren der Beschreibenden Statistik (Häufigkeiten, Klassenbildung, Histogramm, bedingte Wahrscheinlichkeiten) werden - auch unter Einsatz von Tabellenkalkulationsprogrammen - angewendet. Für die Beispiele und Berechnungen sollte auf das Datenmaterial der Statistischen Bundes- und Landesämter zurückgegriffen werden.

Themen

- Bevölkerungsstruktur und Bevölkerungsentwicklung
- Demografische Situation von Ländern unterschiedlichen Entwicklungsstandes im Vergleich
- Demografische Übergänge
- Bevölkerungspolitik

| Inhalte | Hinweise |
|-------------------------------|---|
| Grundtypen der Alterspyramide | – Gliederung der Bevölkerung nach Alter und Geschlecht |
| Demografische Kennziffern | – Geburtenrate, Sterberate, Fertilität, Migrationsrate |
| Sterbetafeln | – Sterbewahrscheinlichkeit, Lebenserwartung |
| Bevölkerungsprognose | – Konstruktion eines Prognosemodells unter Verwendung alters- und geschlechtsspezifischer Geburten- und Sterberaten |

4.5.5 Finanz- und Versicherungsmathematik - Soziale Sicherung (Grundkurs 13.2; 4 Wochen)

Das Sachgebiet „Soziale Sicherung“ schließt sich inhaltlich an das Sachgebiet „Demografie“ an. Die Entwicklung der Altersstruktur wirft erhebliche Probleme für die Zukunft der Altersversorgung auf. Neben die staatlichen Systeme der sozialen Sicherung werden zunehmend private Formen der Altersvorsorge treten. Daher sollten nicht nur mathematische, sondern auch praktische Fragen der Kapitalbildung und Rentenversicherung behandelt werden. Hierzu können Experten aus Banken, Sparkassen oder Versicherungen eingeladen werden. Wenn im Wirtschaft/Politik-Unterricht im 13. Jahrgang das Sachgebiet „Die Zukunft des Sozialstaats“ behandelt wird, ist eine enge Zusammenarbeit der beteiligten Lehrkräfte anzustreben.

Folgen und Reihen werden hier im Zusammenhang mit der Finanzmathematik eingeführt. Bei der Behandlung der versicherungsmathematischen Fragestellungen werden die Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitsrechnung (bedingte Wahrscheinlichkeiten, Erwartungswert) vertieft.

Themen

- Sind die Renten sicher?
- Alterssicherungssysteme
- Risikolebensversicherung oder Kapitallebensversicherung?

| Inhalte | Hinweise |
|--------------------------------------|--|
| Umlage- und Kapitaldeckungsverfahren | – Grundlagen aus der Finanz- und Versicherungsmathematik |
| Kapitalbildung und -anlage | – Nominal- und Effektivzins, Rendite |
| (Kapital-)Rente | – vorschüssige und nachschüssige Renten |
| Lebensversicherung | – Risiko- und Kapitallebensversicherung |
| Altersrente | – Rentenformel, Beitragsatz |

4.5.6 Gebrochen-rationale Funktionen - Kostentheorie und Preisbildungsprozesse (Wahlgebiet 1; 4 Wochen)

An dieser Stelle sollen die Themen aus Kostentheorie und Preisbildungsprozesse noch einmal vertieft werden. Inhaltlich neu ist die Preiselastizität. Es wird an die Kenntnisse der Schülerinnen und Schüler aus der Analysis angeknüpft. Im Mittelpunkt steht jetzt aber die Betrachtung gebrochen-rationaler Funktionen. Benötigt werden die Quotienten- und Kettenregel sowie die Bestimmung von Grenzwerten dieser Funktionen.

4.5.7 Lineare Optimierung - Produktionsoptimierung (Wahlgebiet 2; 4 Wochen)

Die Produktionsmöglichkeiten in Betrieben werden immer wieder durch Kapazitätsgrenzen, Finanzierungsengpässe oder Absatzbedingungen eingeschränkt. Bei der Analyse dieser Probleme kann direkt an die Inhalte der Themen des ersten Halbjahres angeknüpft werden.

Die lineare Optimierung ist ein Anwendungsgebiet der Linearen Algebra, das in den letzten Jahrzehnten durch die Entwicklung der EDV für die Lösung von Optimierungsproblemen an Bedeutung gewonnen hat. Das grafische Verfahren ist nur anwendbar bei zwei, höchstens drei Variablen. Die Simplexmethode ist ein algebraisches Verfahren, das auch Optimierungsprobleme mit beliebig vielen Variablen einfach und übersichtlich löst.

Themen

- Gewinnmaximierung durch verbesserte Produktionsbedingungen
- Kostenminimierung

| Inhalte | Hinweise |
|------------------------|--|
| Produktionskapazitäten | – Kapazitäts-, Finanzierungs- und Absatzbeschränkungen |
| Produktion | – Mischungsverhältnisse |
| Gewinnmaximierung | |

4.5.8 Statistik - Empirische Sozialforschung (Wahlgebiet 3; 4 Wochen)

Statistische Analysemethoden wie die Regressions- und Korrelationsanalyse sind übliche Verfahren, um den (statistischen) Zusammenhang von Variablen zu beschreiben. Im Rahmen dieses Sachgebiets kann es nur um eine Einführung in diese Verfahrensweisen unter dem Gesichtspunkt der praktischen Anwendung gehen. Dazu eignen sich Wirtschafts- und Sozialdaten, die z.B. in Form von Zeitreihen vorliegen.

Im Allgemeinen soll sich die Fragestellung auf einfache lineare Regression und Korrelation beschränken. Wichtiger als ausführliche Beweise sind die Veranschaulichung der Begriffe und praktische Anwendungsübungen.

Themen

- Analyse von Konjunkturdaten
- Preis- und Einkommensentwicklung

| Inhalte | Hinweise |
|--|---|
| Datenanalyse aus Wirtschafts- und Sozialwissenschaften | – Konjunkturdaten, sozioökonomische Strukturdaten |

4.5.9 Statistik - Empirische Sozialforschung (Wahlgebiet 4; 4 Wochen)

Dieses Sachgebiet kann in Form eines Projektes durchgeführt werden. Anhand eines selbstgewählten Themas aus dem schulischen oder örtlichen Umfeld der Schülerinnen und Schüler werden einfache Methoden der empirischen Sozialforschung eingeübt. Kenntnisse aus der Beschreibenden Statistik werden im Anwendungszusammenhang aufgegriffen, vertieft und um ausgewählte Verfahren der Beurteilenden Statistik (Vierfeldertafel, Signifikanztest) erweitert. Der Einsatz von Tabellenkalkulationsprogrammen ist empfehlenswert.

Themen

- Käuferverhalten
- Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs

| Inhalte | Hinweise |
|--|---|
| Hypothesenbildung, Befragung, Auswertung, Interpretation | – Durchführung einer Querschnittserhebung |

4.6 Jahrgangsstufe 13: Substitutionskurs Mathematik - Informatik

Der Substitutionskurs orientiert 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 dieses Kurses 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. Der Substitutionskurs Mathematik-Informatik ist ein Kurs, der keine Inhalte aus dem Informatik-Lehrplan voraussetzt.

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

4.6.1 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 |

4.6.2 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 |

4.6.3 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 |

4.6.4 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 |

4.6.5 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 |
|--|--|
| Wirkungsgrafn mit Rückkoppelung und Störungen von Modellen | – logistisches Wachstum, Verhulst-Gleichung, Lorenz-Attraktor |
| Selbstähnlichkeit und Fraktale | – Generator-Fraktale (Koch-Kurve, Highway-Drachen, Pythagorasbaum); IFS-Fraktale (Barnsley-Farn, Sierpinski-Dreieck) |
| Attraktoren, Attraktionsbereiche von Nullstellen | – Cantor-Menge, Cantor-Staub, Apfelmännchen, Julia-Mengen, Feigenbaum-Mengen, Mandelbrot-Mengen |

4.6.6 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 |

4.6.7 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 | – Vigenre, 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 in der Oberstufe schrittweise erweitert. Vom Methodikunterricht im 11. Jahrgang über projektorientierte Unterrichtseinheiten in den Leistungskursen im 12. Jahrgang bis hin zum fächerübergreifenden Projektunterricht im 13. Jahrgang 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 einzubeziehen. 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 Laufe des 12. Jahrgangs ist im Leistungskurs ein Thema projektorientiert zu erarbeiten. Es empfiehlt sich, das etwa fünfwöchige Projekt im zweiten Halbjahr der Jahrgangsstufe 12 durchzuführen (vgl. Kap. 4.4.3).

5.2.1 Themen

Die Lehrkraft formuliert nach Möglichkeit mit den Schülerinnen und Schülern zusammen ein geeignetes Projektthema. Das gewählte Thema sollte jeweils zwei der drei Bereiche

Analysis, Analytische Geometrie/Lineare Algebra oder Stochastik vernetzen oder auch ein neues Sachgebiet erschließen. Die aufgeführten Themen sind als Beispiele anzusehen.

- Ebene Kurven im Raum
- Gewinn und Verlust: Zwei-Personen-Spiele
- Stochastische Prozesse: Markow-Ketten
- Optimierung von Entscheidungen: Operations Research
- Bahnkurven von Himmelskörpern: Kegelschnitte
- Kryptologie: Codieren und Chiffrieren
- Brückenformen
- Wachstumsprozesse: Modellbildung und Simulation

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 der 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 Wachstums, 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

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.

Produkterstellung und Präsentation: Referate, Arbeitspapiere, Präsentation der Simulationen

Schlussphase

Auswertung der Projektarbeit: Reflexion der Prozesse und Inhalte

5.3 Das Projektlernen im 13. Jahrgang

Nach dem schriftlichen Abitur wird in Grund- und Leistungskursen ein etwa dreiwöchiges Projekt durchgeführt (vgl. Kap. 4.4.2 und 4.4.3).

Themen für projektorientiertes Arbeiten in 13.2

- Iteration im Komplexen
- Fraktale Geometrie
- Lineare Transformationen

Im fächerübergreifenden Unterricht der Projektkurse kann das Fach Mathematik mit vielen Fächern verbunden werden. Durch die lange Kulturgeschichte der Mathematik ergeben

sich Bezüge zu den Fächern Geschichte, Philosophie sowie Bildende Kunst und Musik. Mathematik wird aber nicht nur in den naturwissenschaftlichen Fächern, sondern auch in den Fächern Erdkunde und Wirtschaft/Politik und auch im Fach Sport angewendet. Zudem sind mathematische Überlegungen bei den Gewinnstrategien vieler Gesellschaftsspiele fundamental. Aufgrund dieser vielfältigen Bezüge zu anderen Fächern kann das Fach Mathematik sowohl die Funktion als Leitfach übernehmen oder aber anderen Fächern zuarbeiten.

Für die Projektkurse mit Mathematik als Leitfach werden folgende Themen vorgeschlagen:

- Vom Bambusrohr zur Orgelpfeife (Musik, Geschichte, Physik)
- Der Goldene Schnitt (Kunst, Biologie, Geschichte)
- Dynamische Systeme und ihre Simulation (Physik, Biologie, Wirtschaft/Politik)
- Planung und Auswertung eines Sportfestes (Sport, Biologie, Physik)
- Navigation (Erdkunde, Physik, Geschichte)

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. Die folgende Darstellung beschränkt sich auf die Bewertung der Unterrichtsbeiträge und Klausuren. Grund- und Leistungskurse unterscheiden sich 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 OVO 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.