

Bildungsplan

gymnasiale Oberstufe

Mathematik

Impressum

Herausgeber:

Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Schule und Berufsbildung

Alle Rechte vorbehalten.

Erarbeitet durch: Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung

Gestaltungsreferat: Mathematisch-naturwissenschaftlich-technischer Unterricht
Referatsleitung: Werner Renz

Fachreferent: Winfried Euba

Redaktion: Manfred Dabelstein
Prof. Dr. Gabriele Kaiser
Dr. Wolfgang Löding
Dr. Jens Weitendorf

Hamburg 2009

Inhaltsverzeichnis

1	Bildung und Erziehung in der gymnasialen Oberstufe.....	4
1.1	Gesetzliche Verankerung.....	4
1.2	Auftrag der gymnasialen Oberstufe.....	4
1.3	Organisation der gymnasialen Oberstufe.....	4
1.4	Grundsätze für die Gestaltung von Lernsituationen und zur Leistungsbewertung.....	6
1.5	Inkrafttreten.....	8
1.6	Übergangsregelung.....	8
2	Kompetenzerwerb im Fach Mathematik.....	10
2.1	Beitrag des Faches Mathematik zur Bildung.....	10
2.2	Didaktische Grundsätze.....	11
3	Anforderungen und Inhalte des Faches Mathematik.....	14
3.1	Die Vorstufe.....	17
3.2	Die Studienstufe.....	19
4	Grundsätze der Leistungsbewertung.....	25

1 Bildung und Erziehung in der gymnasialen Oberstufe

1.1 Gesetzliche Verankerung

Im staatlichen Hamburger Schulwesen gibt es unterschiedliche Wege, auf denen die Allgemeine Hochschulreife erlangt werden kann.

Diese sind im Hamburgischen Schulgesetz festgelegt:

- ein zwölfjähriger Bildungsgang bei Besuch
 - eines achtstufigen oder sechsstufigen Gymnasiums oder
 - eines Aufbaugymnasiums, das einem achtstufigen Gymnasium angegliedert ist,
- und ein dreizehnjähriger Bildungsgang bei Besuch
 - einer Gesamtschule,
 - eines beruflichen Gymnasiums
 - oder eines Aufbaugymnasiums, das einer Gesamtschule angegliedert ist.

Das Hansa-Kolleg führt Schülerinnen und Schüler, die das 19. Lebensjahr vollendet haben und eine Berufsausbildung abgeschlossen haben oder über ausreichende berufliche Erfahrung verfügen im Tagesunterricht zur Allgemeinen Hochschulreife. Das Abendgymnasium führt Berufstätige, die das 19. Lebensjahr vollendet haben oder über ausreichende berufliche Erfahrung verfügen, zur Allgemeinen Hochschulreife.

Der Bildungsplan für die gymnasiale Oberstufe berücksichtigt die in der „Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II“ festgelegten Rahmenvorgaben sowie die von der Kultusministerkonferenz (KMK) festgelegten „Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung“ (EPA) in der jeweils gültigen Fassung.

1.2 Auftrag der gymnasialen Oberstufe

In der gymnasialen Oberstufe erweitern die Schülerinnen und Schüler ihre in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen mit dem Ziel, sich auf die Anforderungen eines Hochschulstudiums oder einer beruflichen Ausbildung vorzubereiten. Auftrag der gymnasialen Oberstufe ist es, Lernumgebungen zu gestalten, in denen die Schülerinnen und Schüler dazu herausgefordert werden, zunehmend selbstständig zu lernen. Die gymnasiale Oberstufe soll den Schülerinnen und Schülern

- eine vertiefte allgemeine Bildung,
- ein breites Orientierungswissen sowie eine
- wissenschaftspropädeutische Grundbildung vermitteln.

Der Besuch der gymnasialen Oberstufe befähigt Schülerinnen und Schüler, ihren Bildungsweg an einer Hochschule oder in unmittelbar berufsqualifizierenden Bildungsgängen fortzusetzen. Das Einüben von wissenschaftspropädeutischem Denken und Arbeiten geschieht auf der Grundlage von Methoden, die verstärkt selbstständiges Handeln erfordern und Profilierungsmöglichkeiten erlauben. Der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe erfordert eine erwachsenengerechte Didaktik und Methodik, die das selbstverantwortete Lernen und die Teamfähigkeit fördern.

In der gymnasialen Oberstufe ist der Unterricht so gestaltet, dass der fachlichen Isolierung entgegengewirkt und vernetzendes, fächerübergreifendes und problemorientiertes Denken gefördert wird.

Vor diesem Hintergrund zeichnet sich der Bildungsplan der gymnasialen Oberstufe durch folgende Merkmale aus:

- Der Bildungsplan orientiert sich an allgemeinen und fachspezifischen Bildungsstandards, die kompetenzorientiert formuliert sind.
- Er ist ergebnisorientiert und lässt den Schulen Freiräume zur inhaltlichen und methodischen Gestaltung von Lerngelegenheiten. Die Schulen konkretisieren die Aufgaben, Ziele, Inhalte, didaktischen Grundsätze und Anforderungen in den Fächern und Aufgabengebieten und in den Profilbereichen.
- Der Bildungsplan bietet vielfältige inhaltliche und methodische Anknüpfungspunkte für das fächerverbindende bzw. fächerübergreifende Lernen.
- Die Interessen und Begabungen der einzelnen Schülerinnen und Schüler sind Ausgangspunkt für die Gestaltung der Lerngelegenheiten.

1.3 Organisation der gymnasialen Oberstufe

Die gymnasiale Oberstufe umfasst die zweijährige Studienstufe sowie an Gesamtschulen, dort angegliederten Aufbaugymnasien, beruflichen Gymnasien, Abendgymnasien und dem Hansa-Kolleg eine einjährige Vorstufe.

Im sechsstufigen und im achtstufigen Gymnasium beginnt die Einführung in die Oberstufe in Klasse 10, die Studienstufe umfasst die Klassen 11 und 12.

In den Gesamtschulen, den dort angegliederten Aufbaugymnasien und den beruflichen Gymnasien umfasst die Vorstufe den 11., die Studienstufe den 12. und 13. Jahrgang.

Regelungen zur Vorstufe

Dieser Bildungsplan enthält Regelungen zur Vorstufe der Gesamtschulen, der beruflichen Gymnasien und der Aufbaugymnasien an integrierten Gesamtschulen. Sie finden sich in den Rahmenplänen der jeweiligen Fächer.

Er enthält keine Regelungen zur Einführungsphase in der 10. Jahrgangsstufe des sechs- bzw. achtstufigen Gymnasiums sowie des an einem Gymnasium geführten Aufbaugymnasiums. Diese finden sich in den Regelungen für die entsprechende Jahrgangsstufe des Gymnasiums (vgl. Bildungsplan Sekundarstufe I für das Gymnasium).

Mit dem Eintritt in die gymnasiale Oberstufe wachsen neben den inhaltlichen und methodischen Anforderungen auch die Anforderungen an die Selbstständigkeit des Lernens und Arbeitens, an die Verantwortung für die Gestaltung des eigenen Bildungsgangs sowie an die Fähigkeit und Bereitschaft zur Verständigung und Zusammenarbeit in wechselnden Lerngruppen mit unterschiedlichen Lebens- und Lernerfahrungen.

Die einjährige Vorstufe des 13-jährigen Bildungsgangs hat zwei vorrangige Ziele:

- Die Schülerinnen und Schüler vergewissern sich der in der Sekundarstufe I erworbenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten und holen ggf. noch nicht Gelerntes nach.
- Sie bereiten sich in Pflicht-, Wahlpflicht- und Wahlkursen gezielt auf die Anforderungen der Studienstufe vor.

In der Vorstufe werden die Schülerinnen und Schüler in der Ausbildung ihrer individuellen Interessen gefördert und über die Pflichtangebote und Wahlmöglichkeiten der Studienstufe informiert und beraten.

Regelungen zur Studienstufe

Die Fächer in der Studienstufe gehören dem

- sprachlich-literarisch-künstlerischen,
- gesellschaftswissenschaftlichen oder
- mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen

Aufgabenfeld an.

Das Fach Sport ist keinem Aufgabenfeld zugeordnet.

Die Aufgabenfelder umfassen unterschiedliche, nicht wechselseitig ersetzbare Formen rationaler Welterhellung und ermöglichen Zugänge zu Orientierungen in zentralen Bereichen unserer Kultur. Durch Themenwahl und entsprechende Belegung der Fächer erwerben die Schülerinnen und Schüler exemplarisch für jedes Aufgabenfeld grundlegende Einsichten in fachspezifische Denkweisen und Methoden.

Kernfächer

Von besonderer Bedeutung für eine vertiefte allgemeine Bildung und eine allgemeine Studierfähigkeit sind fundierte Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten in den Fächern Deutsch, Mathematik und einer weitergeführten Fremdsprache, die im acht- oder sechststufigen Gymnasium spätestens ab Jahrgangsstufe 8, im Übrigen spätestens ab Jahrgangsstufe 9 durchgängig unterrichtet wurde. Diese Kernfächer müssen von den Schülerinnen und Schülern in der Studienstufe deshalb durchgängig belegt werden, zwei von ihnen auf erhöhtem Anforderungsniveau. Die Schülerinnen und Schüler entscheiden sich vor Eintritt in die Studienstufe verbindlich für eine Anspruchsebene. Überdies müssen die Schülerinnen und Schüler in zwei Kernfächern eine Abiturprüfung ablegen, davon eine schriftliche Prüfung mit zentral gestellten Aufgaben in einem Kernfach, das auf erhöhtem Anforderungsniveau unterrichtet worden ist.

Kernfächer können als zusätzliche profilgebende Fächer in die Profilbereiche einbezogen werden.

Profilbereiche

In der Studienstufe ermöglichen Profilbereiche eine individuelle Schwerpunktsetzung und dienen der Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Die Schülerinnen und Schüler entscheiden sich spätestens vor Eintritt in die Studienstufe für einen Profilbereich.

Ein Profilbereich wird bestimmt durch einen Verbund von Fächern, bestehend aus

- mindestens einem vierstündigen profilgebenden Fach; die profilgebenden Fächer bestimmen den inhaltlich-thematischen Schwerpunkt des Profilbereichs und werden auf erhöhtem Anforderungsniveau unterrichtet,
- einem begleitenden Unterrichtsfach bzw. begleitenden Unterrichtsfächern, von denen mindestens eins einem anderen Aufgabenfeld als das profilgebende Fach zugeordnet ist,
- nach Entscheidung der Schule ggf. einem zweistündigen Seminar, in dem zusätzlich der Erwerb methodischer, wissenschaftspropädeutischer und fächerübergreifender Kompetenzen zur Unterstützung der Arbeit in den profilgebenden Fächern gefördert wird. Bietet die Schule kein eigenständiges Seminar an, so werden die beiden Unterrichtsstunden in einem im Profilbereich unterrichteten Fach zusätzlich unterrichtet: für dieses Fach gelten dann zusätzlich zum Rahmenplan die Anforderungen der Rahmenvorgabe für das Seminar.

Neben den Kernfächern und den im Profilbereich unterrichteten Fächern belegen die Schülerinnen und Schüler gemäß den Vorgaben der geltenden Prüfungsordnung weitere Fächer aus dem Pflicht- und Wahlpflichtbereich.

Fachrichtungen an beruflichen Gymnasien

Jedes berufliche Gymnasium bietet an Stelle von Profilbereichen eine der Fachrichtungen Wirtschaft, Technik oder Pädagogik/Psychologie mit dem entsprechenden Fächerverbund an. Mit der berufsbezogenen Fachrichtung bereiten die beruflichen Gymnasien ihre Absolventen sowohl auf vielfältige Studiengänge als auch auf unterschiedliche Berufsausbildungen vor.

Der Fächerverbund in der

- Fachrichtung Wirtschaft umfasst das vierstündige Fach Betriebswirtschaft mit Rechnungswesen auf erhöhtem Anforderungsniveau sowie die zweistündigen Fächer Volkswirtschaft und Datenverarbeitung;
- Fachrichtung Technik umfasst das vierstündige Fach Technik mit unterschiedlichen Schwerpunkten auf erhöhtem Anforderungsniveau sowie die zweistündigen Fächer Physik und Datenverarbeitung;
- Fachrichtung Pädagogik/Psychologie umfasst das vierstündige Fach Pädagogik auf erhöhtem Anforderungsniveau sowie die zweistündigen Fächer Psychologie und Statistik.

Nach Entscheidung der Schule wird der Fächerverbund ggf. durch ein zweistündiges Seminar ergänzt, in dem zusätzlich der Erwerb methodischer, wissen-

schaftspropädeutischer und fächerübergreifender Kompetenzen gefördert wird.

Besondere Lernleistung

Die Schülerinnen und Schüler können einzeln oder in Gruppen eine Besondere Lernleistung erbringen. Eine Besondere Lernleistung kann insbesondere ein umfassender Beitrag zu einem von einem Bundesland geförderten Wettbewerb sein, eine Jahres- oder Seminararbeit oder das Ergebnis eines umfassenden, auch fächerübergreifenden Projekts oder Praktikums in einem Bereich, der sich einem Fach aus dem Pflicht- oder Wahlpflichtbereich zuordnen lässt. Die Besondere Lernleistung kann auch als selbst gestellte Aufgabe im Sinne der Aufgabengebiete (vgl. Rahmenplan Aufgabengebiete) erbracht werden.

Gestaltungsraum der Schule

Mit dem Bildungsplan wird festgelegt, welchen Anforderungen die Schülerinnen und Schüler am Ende der Studienstufe sowie – für den 13-jährigen Bildungsgang – am Ende der Vorstufe genügen müssen und welche fachlichen Inhalte zu den verbindlich zu unterrichtenden Inhalten zählen und somit Gegenstand des Unterrichts sein müssen.

Die Schulen entwickeln auf der Basis der in den Rahmenplänen vorgegebenen verbindlichen Inhalte schuleigene Curricula. Dabei berücksichtigen sie insbesondere ihre jeweiligen Profilbereiche.

1.4 Grundsätze für die Gestaltung von Lernsituationen und zur Leistungsbewertung

Die Inhalte und Anforderungen der Fächer und Aufgabengebiete orientieren sich an den Bildungsstandards, die in den Rahmenplänen beschrieben werden. Sie legen fest, über welche Kompetenzen die Schülerinnen und Schüler in einem Fach oder Aufgabengebiet zu bestimmten Zeitpunkten verfügen sollen, und enthalten verbindliche Inhalte sowie die Kriterien, nach denen Leistungen bewertet werden.

Lernsituationen

Das Lernen in der gymnasialen Oberstufe beinhaltet Lernsituationen, die auf den Kompetenzzuwachs der Schülerinnen und Schüler ausgerichtet sind. Unterricht dient nicht nur der Vermittlung oder Aneignung von Inhalten, vielmehr sind wegen des im Kompetenzbegriff enthaltenen Zusammenhangs von Wissen und Können diese beiden Elemente im Unterricht zusammenzuführen. Neben dem Erwerb von Wissen bietet der Unterricht den Schülerinnen und Schülern auch Gelegenheiten, dieses Wissen anzuwenden, ihr Können unter Beweis zu stellen oder mittels intelligenten Übens zu kultivieren. Das bedeutet, dass im Unterricht neben der Vermittlung von Wissen auch dessen Situierung erforderlich ist, also das Arrangie-

ren von Anwendungs- bzw. Anforderungssituationen (Problemstellungen, Aufgaben, Kontexten usw.), die die Schülerinnen und Schüler möglichst selbstständig bewältigen können.

Der Unterricht ermöglicht individuelle Lernwege und individuelle Lernförderung durch ein Lernen, das in zunehmendem Maße die Fähigkeit zur Reflexion und Steuerung des eigenen Lernfortschritts fördert und fordert. Das geschieht dadurch, dass sich die Schülerinnen und Schüler ihrer eigenen Lernwege bewusst werden, diese weiterentwickeln sowie unterschiedliche Lösungen reflektieren und selbstständig Entscheidungen treffen. Dadurch wird lebenslanges Lernen angebahnt und die Grundlage für motiviertes, durch Neugier und Interesse geprägtes Handeln ermöglicht. Fehler und Umwege werden dabei als bedeutsame Bestandteile von Erfahrungs- und Lernprozessen angesehen.

Ein verständiger Umgang mit aktuellen Informations- und Kommunikationstechnologien und ihren Kooperations- und Kommunikationsmöglichkeiten wird zunehmend zu einem wichtigen Schlüssel für den Zugang zu gesellschaftlichen Wissensbeständen und zur Voraussetzung für die Teilhabe an den expandie-

renden rechnergestützten Formen der Zusammenarbeit. Deshalb gehört der Einsatz zeitgemäßer Technik zu den generellen Gestaltungselementen der Lernsituationen aller Fächer. Er wird damit nicht selbst zum Thema, sondern ist eingebunden in den jeweiligen Unterricht und unterstützt neben der Differenzierung und dem individuellen Lernen in selbst gesteuerten Lernprozessen auch die Kooperation beim Lernen. Es werden Kompetenzen entwickelt, die zum Recherchieren, Dokumentieren und Präsentieren bei der Bearbeitung von Problemstellungen erforderlich sind und eine möglichst breit gefächerte Medienkompetenz fördern. Der kritische Umgang mit Medien und die verantwortungsvolle Erstellung eigener medialer Produkte sind in die Arbeit aller thematischen Kontexte einzubeziehen.

Lernen im Profilbereich ist fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen. Inhalte und Themenfelder werden im Kontext und anhand relevanter Problemstellungen erfasst, außerfachliche Bezüge hergestellt und gesellschaftlich relevante Aufgaben verdeutlicht. Projekte, an deren Planung und Organisation sich die Schülerinnen und Schüler aktiv und zunehmend eigenverantwortlich beteiligen, spielen hierbei eine wichtige Rolle. Lernprozesse und Lernprodukte überschreiten die Fächergrenzen. Dabei nutzen die Lernenden überfachliche Fähigkeiten und Fertigkeiten auch zu Dokumentation und Präsentation und bereiten sich so auf Studium und Berufstätigkeit vor.

Außerhalb der Schule gesammelte Erfahrungen und Kenntnisse der Schülerinnen und Schüler werden berücksichtigt und in den Unterricht einbezogen. Kulturelle oder wissenschaftliche Einrichtungen sowie staatliche und private Institutionen werden als außerschulische Lernorte genutzt. Die Teilnahme an Projekten und Wettbewerben, an Auslandsaufenthalten und internationalen Begegnungen erweitern den Erfahrungshorizont der Schülerinnen und Schüler und tragen zur Stärkung ihrer interkulturellen Handlungsfähigkeit bei.

Leistungsbewertung

Die Betonung der Selbstständigkeit und Eigenverantwortung der Lernenden, die stärkere Orientierung auf die Lernprozesse und die Kompetenzen zu deren Steuerung beinhalten eine verstärkte Hinwendung zu komplexen, alltagsnahen Aufgaben. Dabei sollen die Schülerinnen und Schüler an der Gestaltung des Unterrichts sowie an der Bewertung von Leistungen in einem erheblichen und wachsenden Umfang mitwirken können.

Diese neue Lernkultur erfordert eine Veränderung von einer eher isolierten und punktuellen Leistungsbeurteilung hin zu einer auf Prozesse und Partizipation ausgerichteten Leistungsbewertung. Es geht zunehmend darum, Lernprozesse und -ergebnisse zu beschreiben, zu reflektieren, einzuschätzen und zu dokumentieren.

Bei der Leistungsbewertung werden Prozesse, Produkte und deren Präsentation einbezogen. Übergeordnetes Ziel der Bewertung ist es, Lernprozesse und ihre Ergebnisse zu diagnostizieren. Leistungsbewertung gewinnt so an Bedeutung für die Lernplanung. Prüfungs- und Bewertungsvorgänge werden so angelegt, dass sie Anlässe zur Reflexion, Kommunikation und Rückmeldung geben und damit zur Verbesserung des Lernens beitragen. Die Fähigkeit zur Leistungsbewertung ist selbst Bildungsziel. Die Schülerinnen und Schüler erwerben dabei die Fähigkeit, ihre eigenen Leistungen realistisch einzuschätzen.

Klausuren¹

Klausuren sind schriftliche Arbeiten, die von allen Schülerinnen und Schülern einer Klasse oder einer Lerngruppe im Unterricht und unter Aufsicht erbracht werden. Die Aufgabenstellungen sind grundsätzlich für alle gleich.

In der Vorstufe werden in den Fächern Deutsch, Mathematik sowie in der weitergeführten und der neu aufgenommenen Fremdsprache mindestens drei Klausuren pro Schuljahr geschrieben, in allen anderen Fächern (außer Sport) bzw. im Seminar mindestens zwei. In jedem Halbjahr wird mindestens eine Klausur je Fach (außer Sport) bzw. im Seminar geschrieben. Die Arbeitszeit beträgt mindestens eine Unterrichtsstunde (im Fach Deutsch mindestens zwei Unterrichtsstunden).

In der Studienstufe werden

- in (einschließlich der Stunden des Seminars) sechsstündigen Fächern vier Klausuren pro Schuljahr,
- in vier- und (einschließlich der Stunden des Seminars) fünfstündigen Fächern mindestens drei Klausuren pro Schuljahr,
- in zwei- und dreistündigen Fächern sowie im Seminar mindestens zwei Klausuren pro Schuljahr (außer in Sport als Belegfach)

geschrieben.

In jedem Semester der Studienstufe wird mindestens eine Klausur je Fach (außer in Sport als Belegfach) bzw. im Seminar geschrieben. Die Arbeitszeit beträgt mindestens zwei Unterrichtsstunden (im Fach Deutsch mindestens drei Unterrichtsstunden). Im Laufe des dritten Semesters werden in den schriftlichen Prüfungsfächern Klausuren unter Abiturbedingungen geschrieben.

Für Vorstufe und Studienstufe gilt, dass an einem Tag nicht mehr als eine Klausur oder eine gleichgestellte Leistung und in einer Woche nicht mehr als zwei Klausuren und eine gleichgestellte Leistung geschrie-

¹ Die folgenden Absätze ersetzen die Richtlinie für Klausuren und ihnen gleichgestellte Arbeiten vom 13. September 2000 (MBISchul 2000, S. 149).

ben werden sollen. Die Klausurtermine sind den Schülerinnen und Schülern zu Beginn des Semesters bekannt zu geben.

Präsentationsleistungen als gleichgestellte Leistungen

Präsentationsleistungen bieten die Möglichkeit, individuelle Arbeitsschwerpunkte und Interessen der Schülerinnen und Schüler zu berücksichtigen und sie gezielt auf die Präsentationsprüfung im Rahmen der Abiturprüfung vorzubereiten. Präsentationsleistungen stellen die Schülerinnen und Schüler in der Regel vor unterschiedliche Aufgaben und werden nicht unter Aufsicht angefertigt. Eine Präsentationsleistung steht in erkennbarem Zusammenhang zu den Inhalten des laufenden Unterrichts. Schülerinnen und Schüler präsentieren ihre Präsentationsleistungen mediengestützt, erläutern sie und dokumentieren sie auch in schriftlicher Form.

Schülerinnen und Schüler können gemeinsam an einer Präsentationsleistung arbeiten, wenn eine getrennte Bewertung der individuellen Leistungen möglich ist und jede Einzelleistung den oben genannten Anforderungen entspricht.

Jede Schülerin und jeder Schüler wählt zu Beginn des 1. und 3. Semesters der Studienstufe ein Fach, in dem sie oder er in diesem Schuljahr eine Präsentationsleistung als einer Klausur gleichgestellte Leistung erbringt. In diesem Fach ist die Präsentationsleistung einer Klausur als Leistungsnachweis gleichgestellt, und eine Klausur in diesem Fach und Schuljahr entfällt. Eine Präsentationsleistung als gleichgestellte Leistung entspricht den Anforderungen einer Klausur hinsichtlich des Anforderungsniveaus und der Komplexität.

In der Vor- und Studienstufe kann in weiteren Fächern maximal eine Präsentationsleistung pro Fach einer Klausur gleichgestellt werden und diese als Leistungsnachweis ersetzen, wenn dies aus Sicht der Lehrkraft für die Unterrichtsarbeit sinnvoll ist.

Für das eigenständige Seminar gelten für die Präsentationsleistung als gleichgestellte Aufgabe die gleichen Regelungen wie für Fächer.

1.5 Inkrafttreten

Dieser Bildungsplan für die gymnasiale Oberstufe tritt am 01.08.2009 in Kraft. Er ersetzt den geltenden Bildungsplan für die gymnasiale Oberstufe des neun- und siebenstufigen Gymnasiums, der Gesamtschule,

1.6 Übergangsregelung

Auf Schülerinnen und Schüler, die im August 2008 in die Studienstufe eingetreten sind, findet im Hinblick auf die Ziele, didaktischen Grundsätze, Inhalte und Anforderungen der bisher geltende Bildungsplan

Korrektur und Bewertung von Klausuren und Präsentationsleistungen

Die Bewertungsmaßstäbe für Klausuren und Präsentationsleistungen werden den Schülerinnen und Schülern unter anderem durch die Angabe der Gewichtung der verschiedenen Aufgabenteile vorab deutlich gemacht. Bei der Formulierung der Aufgaben werden die für die Fächer in der Richtlinie für die Aufgabenstellung und Bewertung der Leistungen in der Abiturprüfung vom 07.06.2007 vorgesehenen Operatoren verwendet.

Klausuren und Präsentationsleistungen sind so zu korrigieren, dass die Schülerinnen und Schüler Hinweise für ihre weitere Lernentwicklung gewinnen. Aus der Korrektur sollen sich die Gründe für die Bewertung ersehen lassen.

Bei der Bewertung sind in allen Unterrichtsfächern Fehler und Mängel in der sprachlichen Richtigkeit, in der Ausdrucksfähigkeit, in der gedanklichen Strukturierung und der sachgerechten Darstellung zu berücksichtigen.

Klausuren und ihnen gleichgestellte Leistungen werden als ausreichend bewertet, wenn mindestens fünfzig Prozent der erwarteten Leistung erbracht wurden.

Die korrigierten und bewerteten Klausuren sollen den Schülerinnen und Schülern innerhalb von drei Unterrichtswochen zurückgegeben werden. Korrigierte und bewertete Präsentationsleistungen sollen innerhalb einer Unterrichtswoche zurückgegeben werden.

Hat mehr als ein Drittel der Schülerinnen und Schüler bei einer Klausur ein mangelhaftes oder ungenügendes Ergebnis erzielt, ist die Schulleitung hierüber zu informieren. Soll die Klausur gewertet werden, ist die Zustimmung der Schulleitung einzuholen.

Die für ein Semester vergebenen Gesamtnoten dürfen sich nicht überwiegend auf die Ergebnisse der Klausuren und der ihnen gleichgestellten Leistungen beziehen.

des Aufbaugymnasiums, des Abendgymnasiums und des Hansa-Kollegs sowie die „Richtlinien für Klausuren und ihnen gleichgestellte Arbeiten“ vom 13. September 2000.

Anwendung. Im Hinblick auf Klausuren und ihnen gleichgestellte Leistungen gilt – außer im Falle eines Rücktritts oder einer Wiederholung – folgende Übergangsregelung:

Klausuren sind schriftliche Arbeiten, die von allen Schülerinnen und Schülern einer Klasse oder einer Lerngruppe im Unterricht und unter Aufsicht erbracht werden. Die Aufgabenstellungen sind grundsätzlich für alle gleich. In der Studienstufe werden

- in Leistungskursen mindestens drei Klausuren pro Schuljahr,
- in Grundkursen mindestens zwei Klausuren pro Schuljahr (außer in Sport ohne Sporttheorie) geschrieben.

Im Fach Sport als Grundkurs sind Klausuren nur vorgeschrieben, sofern neben dem Bereich Sportpraxis ein Bereich Sporttheorie gesondert ausgewiesen wird; in dem Fall ist in Sporttheorie eine mindestens einstündige Klausur je Halbjahr zu schreiben. Im musikpraktischen Kurs sind zwei mindestens zehnmündige mündliche Prüfungen je Halbjahr, die praktisch und theoretisch ausgerichtet sind, verbindlich.

In jedem Semester der Studienstufe wird mindestens eine Klausur je Fach (außer in Sport ohne Sporttheorie) geschrieben. Die Arbeitszeit beträgt mindestens zwei Unterrichtsstunden (im Fach Deutsch mindestens drei Unterrichtsstunden). Im Laufe des dritten Semesters werden in den schriftlichen Prüfungsfächern Klausuren unter Abiturbedingungen geschrieben.

Für die Studienstufe gilt, dass an einem Tag nicht mehr als eine Klausur oder eine gleichgestellte Leistung und in einer Woche nicht mehr als zwei Klausuren und eine gleichgestellte Leistung geschrieben werden sollen. Die Klausurtermine sind den Schülerinnen und Schülern zu Beginn des Semesters bekannt zu geben.

Präsentationsleistungen als gleichgestellte Leistungen

Präsentationsleistungen bieten die Möglichkeit, individuelle Arbeitsschwerpunkte und Interessen der Schülerinnen und Schüler zu berücksichtigen. Präsentationsleistungen stellen die Schülerinnen und Schüler in der Regel vor unterschiedliche Aufgaben und werden nicht unter Aufsicht angefertigt. Eine Präsentationsleistung steht in erkennbarem Zusammenhang zu den Inhalten des laufenden Unterrichts. Schülerinnen und Schüler präsentieren ihre Präsentationsleistungen mediengestützt, erläutern sie und dokumentieren sie auch in schriftlicher Form.

Schülerinnen und Schüler können gemeinsam an einer Präsentationsleistung arbeiten, wenn eine getrennte Bewertung der individuellen Leistungen möglich ist

und jede Einzelleistung den oben genannten Anforderungen entspricht.

Im Schuljahr kann die zuständige Lehrkraft in einem Fach eine Klausur durch eine Präsentationsleistung ersetzen. In diesem Fach ist die Präsentationsleistung einer Klausur als Leistungsnachweis gleichgestellt. Eine Präsentationsleistung als gleichgestellte Leistung entspricht den Anforderungen einer Klausur hinsichtlich des Anforderungsniveaus und der Komplexität.

Korrektur und Bewertung von Klausuren und Präsentationsleistungen

Die Bewertungsmaßstäbe für Klausuren und Präsentationsleistungen werden den Schülerinnen und Schülern unter anderem durch die Angabe der Gewichtung der verschiedenen Aufgabenteile vorab deutlich gemacht. Bei der Formulierung der Aufgaben sind die für die Fächer in der Richtlinie für die Aufgabenstellung und Bewertung der Leistungen in der Abiturprüfung vom 07.06.2007 vorgesehenen Operatoren zu verwenden.

Klausuren und Präsentationsleistungen sind so zu korrigieren, dass die Schülerinnen und Schüler Hinweise für ihre weitere Lernentwicklung gewinnen. Aus der Korrektur sollen sich die Gründe für die Bewertung ersehen lassen.

Bei der Bewertung sind in allen Unterrichtsfächern Fehler und Mängel in der sprachlichen Richtigkeit, in der Ausdrucksfähigkeit, in der gedanklichen Strukturierung und der sachgerechten Darstellung zu berücksichtigen.

Klausuren und ihnen gleichgestellte Leistungen werden als ausreichend bewertet, wenn mindestens fünfzig Prozent der erwarteten Leistung erbracht wurden.

Die korrigierten und bewerteten Klausuren sollen den Schülerinnen und Schülern innerhalb von drei Unterrichtswochen zurückgegeben werden. Korrigierte und bewertete Präsentationsleistungen sollen innerhalb einer Unterrichtswoche zurückgegeben werden.

Hat mehr als ein Drittel der Schülerinnen und Schüler bei einer Klausur ein mangelhaftes oder ungenügendes Ergebnis erzielt, ist die Schulleitung hierüber zu informieren. Soll die Klausur gewertet werden, ist die Zustimmung der Schulleitung einzuholen.

Die für ein Semester vergebenen Gesamtnoten dürfen sich nicht überwiegend auf die Ergebnisse der Klausuren und der ihnen gleichgestellten Leistungen beziehen.

2 Kompetenzerwerb im Fach Mathematik

2.1 Beitrag des Faches Mathematik zur Bildung

Grunderfahrungen

Der Mathematikunterricht der gymnasialen Oberstufe trägt zu einer umfassenden Bildung bei, indem Schülerinnen und Schüler Erfahrungen in folgenden drei Bereichen sammeln:

1. Erscheinungen der Welt um uns aus Natur, Gesellschaft und Kultur, die uns alle angehen oder angehen sollten, in einer spezifischen durch Mathematik geprägten Art wahrzunehmen, zu beschreiben und zu verstehen,
2. mathematische Gegenstände und Sachverhalte als geistige Schöpfungen und als eine Welt eigener Art kennenzulernen und zu begreifen,
3. in der Auseinandersetzung mit mathematischen Problemen exemplarisch heuristische Fähigkeiten zu erwerben, die über die Mathematik hinausgehen.

Auch Kurse mit grundlegendem Anforderungsniveau bedürfen aller drei Grunderfahrungen, wobei die innere Welt der Mathematik (2. Grunderfahrung) eher präformal betrachtet wird. Eine präformale Argumentation ist eine vollgültige Schlussweise, die sich auf Realitätsbezüge, Visualisierungen oder Handlungen stützt, aber noch nicht vollständig formalisiert ist.

Ein Kurs mit erhöhtem Anforderungsniveau bleibt nicht bei der präformalen Sicht stehen, sondern dringt an ausgewählten Stellen tiefer in die innere Welt der Mathematik ein und setzt sich intensiver mit einem komplexen mathematischen Problem auseinander, sodass er auch über erweiterte heuristische Fähigkeiten (3. Grunderfahrung) verfügt.

Verbindung mit der Wirklichkeit

Mathematik lebt und entwickelt sich durch ihre Verbindungen mit der Wirklichkeit.

Der Mathematikunterricht ermöglicht daher den Schülerinnen und Schülern vielfältige Erfahrungen, wie Mathematik zur Deutung und zum besseren Verständnis und zur Beherrschung primär nicht mathematischer Phänomene herangezogen werden kann. So wird die Fähigkeit entwickelt, im Leben nach der Schule die Mathematik als Orientierung in unserer komplexen Umwelt nutzen zu können und den Transfer zwischen realen Problemen und Mathematik zu leisten. Schülerinnen und Schüler lernen, selbst zu eigenen Urteilen über relevante Fragen zu kommen.

Daneben hat diese Verbindung auch eine wichtige Bedeutung für die innermathematische Welt:

Mathematik ist von der Bildung erster Zahl- und Formbegriffe an auch abstrakt, selbstbezüglich und

autonom, allerdings formen sich die mathematischen Begriffe und Strukturen in Kontakt mit der Wirklichkeit, die als kontrollierende Norm oder als treibende Kraft für kreative Weiterentwicklungen fungiert.

Der Mathematikunterricht zeigt das Spannungsverhältnis von Abbildfunktion und systemischem Charakter der Mathematik auf, d.h., er macht deutlich, dass Mathematik die strukturellen Aspekte von Wirklichkeit aufgreift und sie in Begriffen, Theorien und Algorithmen verarbeitet.

Berufsorientierung

Der Mathematikunterricht fördert durch die Thematisierung von Realitätsbezügen und Modellierungsbeispielen aus der Berufs- und Arbeitswelt und durch sogenannte „Realbegegnungen“ wie Exkursionen zu Mathematikanwendern bzw. Gespräche mit mathematischen Expertinnen und Experten die berufliche Orientierung der Schülerinnen und Schüler und ihre Fähigkeit zur begründeten Planung des weiteren Lebensweges.

Die Anforderungen eines Studiums der Mathematik bzw. von Studienrichtungen mit stark mathematikhaltigen Berufen (z. B. Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften) und die damit verbundenen beruflichen Möglichkeiten nach dem Abschluss des Studiums werden den Schülerinnen und Schülern deutlich.

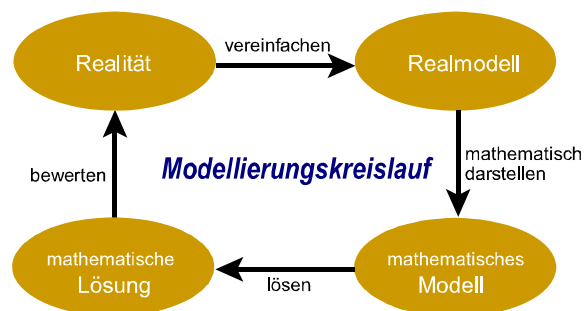


Abb. 1: Modellierungskreislaufes

Mathematik als Kernfach

An den vorstehenden Punkten wird deutlich, dass mathematische Modellierung eine basale Kompetenz in modernen Gesellschaften ist. Diese Fähigkeit macht insofern den Kern mathematischer Grundbildung aus, als alle allgemeinen mathematischen Kompetenzen und dem zu modellierenden Problem entsprechende inhaltsbezogene mathematische Kompetenzen notwendig sind, die vielfältigen Übersetzungsleistungen und mathematische Berechnungen beim Durchlaufen eines Modellierungskreislaufs ausführen

zu können. Mathematisches Verständnis im Sinne von Modellierungsfähigkeit wird von uns tagtäglich in vielen Lebensbereichen verlangt. Mathematik ist eine formalisierte Sprache, die sich in einem langen historischen Prozess entwickelt hat und in unterschiedlicher Form zu einem selbstverständlichen Kommunikationsmittel in vielen Berufen und wissenschaftlichen Disziplinen geworden ist. In dieser Funktion beinhaltet die Mathematik eine ähnliche fächerübergreifende Schlüsselqualifikation wie Lesekompetenz.

Bei den zu *erwerbenden Kompetenzen* werden drei Dimensionen unterschieden, die man kurz als „Prozess“- , „Inhalts“- und „Anspruchs“-Dimension bezeichnen kann:

1. Allgemeine mathematische Kompetenzen

Die nachfolgenden Kompetenzen sind in verschiedenen Schulstufen und Schulformen zu finden. Sie erhalten je nach Schulstufe bzw. Schulform besondere Akzentuierungen oder Betonungen.

- Mathematisch argumentieren,
- Probleme mathematisch lösen,
- mathematisch modellieren,
- mathematische Darstellungen verwenden,
- mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen,
- mathematisch kommunizieren.

2. Inhaltsbezogene mathematische Kompetenzen

Die inhaltsbezogenen mathematischen Kompetenzen sind jeweils Leitideen zugeordnet, die

nicht an bestimmte mathematische Themenbereiche gebunden sind.

Sie begünstigen so ein sachgebietsübergreifendes Denken, fördern Vernetzungen und ermöglichen Einsicht in die Sinnhaftigkeit der zu vermittelnden Inhalte.

- LEITIDEE Algorithmus,
- LEITIDEE Daten und Zufall,
- LEITIDEE Funktionaler Zusammenhang,
- LEITIDEE Messen,
- LEITIDEE Modellieren,
- LEITIDEE Raum und Form.

3. Die Anforderungsbereiche

Da sich Kompetenzen insbesondere in Form von Tätigkeiten beim – im weiten Sinne – Aufgabelösen zeigen, sollen die Anforderungsbereiche den kognitiven Anspruch erfassen. Man unterscheidet dabei die drei Bereiche

- I. Reproduzieren,
- II Zusammenhänge herstellen,
- III. Verallgemeinern und Reflektieren.

Diese Überschriften geben Orientierungen. Die tatsächliche Zuordnung hängt von der Komplexität des Problems und den dafür notwendigen Kompetenzen ab und somit auch von der Klassenstufe.

2.2 Didaktische Grundsätze

Orientierung an Leitideen und Reduktion von Kalkülen

Der Mathematikunterricht der gymnasialen Oberstufe orientiert sich an den Leitideen Algorithmus, Daten und Zufall, funktionaler Zusammenhang, Messen, Modellieren und Raum und Form.

Als Mittler zwischen Leitideen und konkreten unterrichtlichen Themen fungieren adäquate Grundvorstellungen zu Begriffen, Verfahren und Argumentationsmustern.

Zum Aufbau solcher Grundvorstellungen werden die kalkülorientierten Teile des Mathematikunterrichts in Zeitaufwand und Wertigkeit zugunsten der inhaltlich orientierten Teile reduziert. Bei Begriffsbildungen und Begründungen wird stärker inhaltlich und nicht ausschließlich formal argumentiert, erst auf der Grundlage eines inhaltsbezogenen und verständnisorientierten Unterrichts wird dann weiter exaktifiziert und formalisiert.

Vernetzungen als Orientierungsgrundlage

Vielfältige Vernetzungen innerhalb der einzelnen Themenbereiche und zwischen diesen sind für den

Aufbau eines soliden Überblickswissens und somit für eine gewisse Nachhaltigkeit unverzichtbar.

Problemorientierte Zugänge zu mathematischen Begriffen und Methoden, bei denen im Rahmen substanzieller Lernumgebungen jeweils zu einer bestimmten Thematik ein breites und vernetztes Spektrum von Aufgabenstellungen mit unterschiedlichem Anspruchsniveau angeboten wird, fördern die Fähigkeit zum Vernetzen.

Förderung von Realitätsbezügen und Modellierung

Eine der oben erwähnten „Verbindungen“ der Mathematik „mit der Wirklichkeit“ sollte Schülerinnen und Schüler dazu führen, die Mathematik im Leben nach der Schule als Orientierung in unserer komplexen Umwelt nutzen zu können. Grundlegend hierfür sind eigene Modellierungsaktivitäten. Dabei führen die Schülerinnen und Schüler bei geeigneten Fragestellungen mit Unterstützung der Lehrperson den gesamten Modellierungsprozess von der Formulierung einer angemessenen außermathematischen Fragestellung über das Aufstellen eines mathematischen Modells hin zur Interpretation der Lösung (bzw. Lö-

sungen) in der außermathematischen Fragestellung durch. Aber auch kleinere Beispiele, bei denen nicht der gesamte Modellierungskreislauf zu durchlaufen ist, werden thematisiert. Dabei wird deutlich gemacht, dass es keinesfalls nur einen einzigen „richtigen“ Ansatz gibt.

Berücksichtigung neuer Technologien

Der Computer unterstützt in besonderer Weise als effektives Werkzeug und als visuelles Medium mathematische Tätigkeiten und Lernprozesse. Im Hinblick auf die Veränderung von Zielen, Inhalten und Methoden des Unterrichts ist daher der Computer in der Hand der Schülerinnen und Schüler von entscheidender Bedeutung. Dabei steht zunächst jedem Lernenden möglichst oft ein Computer an seinem Arbeitsplatz zur Verfügung, der über ein dynamisches Geometriesystem, ein Computeralgebrasystem, Software für statistische Probleme, Tabellenkalkulationsprogramme usw. verfügt.

Aufgrund der Existenz solcher Computer hat die Bedeutung von mit Papier und Bleistift durchzuführenden kalkülhaften Berechnungen deutlich abgenommen. Dagegen nimmt die Bedeutung numerischer, iterativer und approximativer Methoden zu, was sich auch im Mathematikunterricht widerspiegelt.

Ein Ziel des Einsatzes von Computern im Mathematikunterricht ist es, dass Schülerinnen und Schüler in die Lage versetzt werden, bezüglich eines inner- oder außermathematischen Problems eine adäquate Software einzusetzen. Der Einsatz des Werkzeugs Computer trägt zum einen dazu bei, die Ziele des Mathematikunterrichts wie z. B. Probleme lösen lernen, heuristische Strategien kennenlernen, Begriffe bilden, Beweisen oder Mathematisieren besser als bisher zu erreichen. Zum anderen werden damit interdisziplinäre Ziele wie die Befähigung zum Computereinsatz bei der Durchführung von Recherchen, Kommunikation und Darstellung von Arbeitsergebnissen umgesetzt.

Ausdrucks- und Kommunikationsfähigkeit

Lehren und Lernen von Mathematik findet in kommunikativem Austausch statt. Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Verständigung ist dabei, dass die jeweils gesprochene Sprache verstanden wird. Für die aktive Aneignung der Inhalte im Lernprozess spielt darüber hinaus die Übertragung des Gelernten in die „eigene Sprache“ eine wesentliche Rolle. Daher erhalten die Lernenden im Mathematikunterricht ausreichend Gelegenheit für eigene Sprachproduktionen. Insgesamt ist Argumentieren und Begründen ein zentraler didaktischer Grundsatz des Mathematikunterrichts.

Kommunikativer Austausch kann auch Verschriftlichung mathematischer Inhalte bedeuten. Ein wichtiges Lernziel ist hierbei, die Sprache der Mathematik

zu verwenden und gleichzeitig auf Verständlichkeit zu achten.

Den Schülerinnen und Schülern werden Möglichkeiten gegeben, Lernerfahrungen auf ihren eigenen Lernwegen zu machen, und zwar durch folgende Maßnahmen:

• Herstellen produktiver Lernumgebungen

Produktive Lernumgebungen fordern einen zwar lehrergesteuerten, aber schülerorientierten Unterricht, bei dem die Lehrerin bzw. der Lehrer als Organisator von Lernprozessen agiert. Zentral ist dabei die sorgfältige Planung der Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrperson. Übungsphasen bestehen nicht aus einer Fülle beziehungslos aneinandergereihter Aufgaben eines bestimmten Typs, vielmehr wird in Aufgabenfeldern geübt, die untereinander vernetzt sind, bei denen ein Gebiet exploriert wird und sich Spielräume für die Eigentätigkeit öffnen. Die Beschränkung auf den gerade aktuellen Stoff ist gelockert, Wissens-teile sind miteinander vernetzt und das Lernen verläuft kumulativ. In den Erarbeitungs- und Übungsphasen werden induktive Aspekte wie Probieren und Experimentieren, Verifizieren und Falsifizieren von Vermutungen, Betrachten von Sonderfällen, Grenzfällen und Fallunterscheidungen stark betont.

• Stärkung von Eigenaktivitäten

Flexible Unterrichtsmethoden regen die Eigenaktivitäten der Schülerinnen und Schüler an. Dabei erarbeiten sich die Lernenden bei individualisierten Arbeitsformen wie Freiarbeit, Lernstationen und Projektarbeit Wissen allein oder in Gruppen. Weitere geeignete Arbeitsformen sind Schülerreferate und Facharbeiten.

Insgesamt steht beim selbstständigen, aktiven Problemlösen das inhaltliche, nicht standardisierte Argumentieren im Vordergrund. Damit wird im Unterricht eine fruchtbare Balance zwischen der Instruktion der Lernenden durch die Lehrenden und der Wissenskonstruktion durch die Lernenden selbst hergestellt.

Der Mathematikunterricht ist als Ganzes stärker schülerorientiert organisiert, d. h., die eigenen Rekonstruktionsbemühungen der Mathematik durch die Lernenden werden von den Lehrpersonen berücksichtigt, ebenso wie die subjektiven Auffassungen der Schülerinnen und Schüler zum jeweiligen Problem. Lernende werden angeregt, selbst Fragen zu stellen; sie erfahren die eher induktiven Aspekte der Mathematik wie Probieren und Experimentieren, Verallgemeinern und Spezialisieren. Solche Lernsituationen basieren auf Offenheit, Akzeptanz „unsauberer“ Formulierungen, Gewährung von Brainstorming-Phasen sowie einem insgesamt konstruktiven Umgang mit Fehlern.

- **Arbeiten mit offenen Fragestellungen**

Die üblichen „konvergenten“, d.h. auf eine Lösung bzw. einen Lösungsalgorithmus hinauslaufenden Aufgaben werden durch Umformulieren, durch Weglassen einschränkender Bedingungen, durch Formulierung inverser Fragestellungen geöffnet und „divergent“ erweitert. Solche Aufgaben ermöglichen den Lernenden, über Mathematik zu sprechen, verschiedene Lösungsansätze zu formulieren und diese zu diskutieren. Damit wird Eigenständigkeit bei Problemsituationen, Team- und Kommunikationsfähigkeit gefördert.

Insgesamt zielt der Mathematikunterricht der gymnasialen Oberstufe auf die Förderung von selbst re-

guliertem und forschendem Lernen als Vorbereitung für ein universitäres Studium bzw. eine entsprechende Berufsausbildung sowie den späteren Lebensweg, insbesondere im Hinblick auf die Notwendigkeit von Fähigkeiten zum lebenslangen Weiterlernen.

- **Produktiver Umgang mit Heterogenität**

Der Mathematikunterricht bietet eine Vielzahl von Lernwegen und eine Vielfalt in den Lerninhalten an, um damit Möglichkeiten der Entfaltung der unterschiedlichen Potenziale der Schülerinnen und Schüler zu geben, wie sie durch die unterschiedlichen sprachlich-kulturellen und geschlechtermäßigen Hintergründe geprägt sind.

3 Anforderungen und Inhalte des Faches Mathematik

Für den Mathematikunterricht bedeutet „mathematische Kompetenz“ die Fähigkeit und die Bereitschaft, Mathematik zu verstehen, zu bewerten und anzuwenden in einer Vielheit von inner- und außermathematischen Kontexten. In einer entwickelten mathematischen Kompetenz sind auch Methoden- sowie Sozialkompetenzen eingebettet.

Grundfertigkeiten und Grundvorstellungen sind Voraussetzungen zum Erwerb neuer Kompetenzen: Elementare Fertigkeiten im Umgang mit mathematischen Objekten wie Zahlen und Größen, geometrischen Objekten, dem Funktionsbegriff und Grundlagen der Stochastik sind notwendige Voraussetzungen für den Erwerb neuer mathematischer Kompetenzen.

Langfristig angelegte inhaltliche Vorstellungen zu mathematischen Begriffen und Verfahren (Leitfragen: „Was bedeutet das?“, „Wozu verwendet man das?“) sind die Grundlage, auf der Schülerinnen und Schüler mathematisches Verständnis ausbilden können. Ohne das Aktivieren von Vorstellungen werden Kompetenzen nicht wirksam. Auch im Mathematikunterricht der gymnasialen Oberstufe wird ein Großteil der Aktivitäten hierfür aufzubringen sein.

Mathematisches Denken ist eine Klammer über alle Kompetenzen. Mathematische Denkweisen ziehen sich durch alle Kompetenzen hindurch und sind daher unverzichtbar für deren Erwerb.

Der Mathematikunterricht der Sekundarstufe II enthält sowohl neue Inhalte als auch Inhalte der Sekundarstufe I, die aber von einem höheren Standpunkt aus bearbeitet werden. Vertiefen, Präzisieren, Verallgemeinern, Vernetzen und Abstrahieren sind typische Tätigkeiten, die mathematisches Denken in der Sekundarstufe II charakterisieren.

Mathematik bringt gedankliche und begriffliche Ordnung in die Welt der Phänomene. Daher erfordert ein nachhaltiger Aufbau von Kompetenzen, dass Aktivitäten des Präzisierens, Ordnen, Klassifizierens, Definierens, Strukturierens, Verallgemeinerns, das Sehen von Mustern usw. im Unterricht vorkommen.

Der Gedanke der Substitution ist ein wichtiges Beispiel für „mathematisches Denken“: Anstelle eines

mathematischen Gegenstandes setzt man einen anderen gleichrangigen ein. So könnte eine Zahl als Ergebnis einer Rechnung gedeutet werden oder eine Figur als Teilfigur einer anderen, bereits allgemein Bewiesenes bleibt auch in komplexerem Zusammenhang gültig.

Auch die Symmetrie ist ein wichtiges Beispiel, weil der optische Aspekt sich oft erst durch „mathematisches Denken“ erschließt.

Dazu gehört aber auch Fragen zu stellen, die für die Mathematik charakteristisch sind („Gibt es ...?“, „Wenn ja, wie viele?“, „Wie finden wir ...?“), zu wissen, welche Art von Antworten die Mathematik für solche Fragen bereithält, zwischen unterschiedlichen Arten von Aussagen zu unterscheiden (Definitionen, Sätze, Vermutungen, Hypothesen, Beispiele, Bedingungen) sowie Reichweite und Grenzen mathematischer Konzepte zu verstehen und zu berücksichtigen.

Allgemeine Kompetenzen

Die zu Beginn von Abschnitt 2.1 erwähnten Grunderfahrungen, die, wenn man so will, den anwendungs-, struktur- und problemorientierten Aspekt der Mathematik betreffen, werden jeder Schülerin und jedem Schüler im Mathematikunterricht ermöglicht. Alle drei, davon die Dritte am deutlichsten, weisen darauf hin, dass die Vermittlung allgemeiner mathematischer Kompetenzen zentrales Ziel des Mathematikunterrichts ist.

Die folgenden Kompetenzen sind gegliedert in die drei Anforderungsbereiche Reproduzieren (I), Zusammenhänge herstellen (II) und Verallgemeinern und Reflektieren (III). Diese Überschriften geben Orientierungen. Die tatsächliche Zuordnung hängt von der Komplexität des Problems und den dafür notwendigen Kompetenzen ab und somit möglicherweise von der Klassenstufe (siehe Abschnitt 2.1). Die Kompetenzen sind zwar nicht spezifisch für eine bestimmte Schulstufe, sie finden jedoch auf den verschiedenen Schulstufen besondere Akzentuierungen oder Betonungen (s.o.).

I. Reproduzieren	II. Zusammenhänge herstellen	III. Verallgemeinern und Reflektieren
Die Kompetenz <i>Mathematisch argumentieren</i> Dazu gehört:		
<ul style="list-style-type: none"> • Routineargumentationen wiedergeben und anwenden (z. B. bekannte Sätze, Verfahren, Herleitungen), • einfache rechnerische Begründungen geben, • mit Alltagswissen argumentieren. 	<ul style="list-style-type: none"> • überschaubare mehrschrittige Argumentationen nachvollziehen, erläutern oder entwickeln, • Vermutungen begründet äußern. 	<ul style="list-style-type: none"> • komplexe Argumentationen nutzen, erläutern oder entwickeln, • verschiedene Argumente nach Kriterien wie Reichweite und Schlüssigkeit bewerten.
Die Kompetenz <i>Probleme mathematisch lösen</i> Dazu gehört:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lösen einer einfachen mathematischen Aufgabenstellung durch Identifikation und Auswahl einer naheliegenden Strategie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Finden eines Lösungsweges zu einer Problemstellung durch ein mehrschrittiges strategiestütztes Vorgehen, • Probleme selbst formulieren. 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruieren einer differenzierten Strategie, um z. B. die Vollständigkeit einer Fallunterscheidung zu begründen oder eine Schlussfolgerung zu verallgemeinern, • Reflektieren über verschiedene Lösungswege.
Die Kompetenz <i>Mathematisch modellieren</i> Dazu gehört:		
<ul style="list-style-type: none"> • vertraute und direkt erkennbare Standardmodelle nutzen, z. B. Ableitungen, • direktes Überführen einer Realsituation in die Mathematik, • direktes Interpretieren eines mathematischen Resultats. 	<ul style="list-style-type: none"> • mehrschrittige Modellierung vornehmen innerhalb weniger und klar formulierter Einschränkungen, • Ergebnisse einer solchen Modellierung interpretieren, • ein mathematisches Modell passenden Realsituationen zuordnen oder an veränderte Umstände anpassen. 	<ul style="list-style-type: none"> • ein Modell zu einer komplexen Situation bilden, bei der die Annahmen, Variablen, Beziehungen und Einschränkungen neu definiert werden müssen, • Überprüfen, Bewerten und Vergleichen von Modellen.
Die Kompetenz <i>Mathematische Darstellungen verwenden</i> Dazu gehört:		
<ul style="list-style-type: none"> • Standarddarstellungen von mathematischen Objekten und Situationen anfertigen und nutzen. 	<ul style="list-style-type: none"> • gegebene Darstellungen verständlich interpretieren oder verändern, • zwischen zwei Darstellungen wechseln, • Beziehungen zwischen Darstellungsformen erkennen. 	<ul style="list-style-type: none"> • nicht vertraute Darstellungen verstehen und verwenden, • eigene Darstellungen problemadäquat entwickeln, • verschiedene Formen der Darstellung zweckgerichtet beurteilen.

I. Reproduzieren	II. Zusammenhänge herstellen	III. Verallgemeinern und Reflektieren
Die Kompetenz <i>Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen</i> Dazu gehört:		
<ul style="list-style-type: none"> • Verwenden elementarer Lösungsverfahren, • direktes Anwenden von Formeln und Symbolen, • direktes Nutzen einfacher mathematischer Werkzeuge (z. B. Formelsammlung, Taschenrechner). 	<ul style="list-style-type: none"> • mehrschrittige Anwendung formalmathematischer Prozeduren, • Umgang mit Variablen, Termen, Gleichungen und Funktionen im Kontext, • mathematische Werkzeuge je nach Situation und Zweck gezielt auswählen und einsetzen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Durchführen komplexer Prozeduren, • Bewerten von Lösungs- und Kontrollverfahren, • Reflektieren der Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Werkzeuge.
Die Kompetenz <i>Mathematisch kommunizieren</i> Dazu gehört:		
<ul style="list-style-type: none"> • Darlegung einfacher mathematischer Sachverhalte, • Identifikation und Auswahl von Informationen aus kurzen mathematikhaltigen Texten (die Ordnung der Informationen entspricht weitgehend den Schritten der mathematischen Bearbeitung). 	<ul style="list-style-type: none"> • verständliche, in der Regel mehrschrittige Darlegung von Lösungswegen, Überlegungen und Ergebnissen, • Äußerungen (richtige, aber auch falsche) von anderen Personen zu mathematischen Texten interpretieren, • Identifikation und Auswahl von Informationen aus mathematikhaltigen Texten (die Ordnung der Informationen entspricht nicht unmittelbar den Schritten der mathematischen Bearbeitung). 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwickeln einer kohärenten und vollständigen Präsentation eines komplexen Lösungs- und Argumentationsprozesses, • komplexe mathematische Texte sinnentnehmend erfassen, • Äußerungen von anderen vergleichen, bewerten und ggf. korrigieren.

3.1 Die Vorstufe

3.1.1 Anforderungen

Da besonders in einem anwendungsorientierten Mathematikunterricht das Modellieren bei der Beschreibung und Lösung von Problemen in der uns umgebenden Welt vielfältigen Einsatz findet und auf ver-

schiedenen Abstraktionsebenen und Niveaus realisierbar ist, wird das Modellieren im Folgenden auch als mathematische LEITIDEE gesehen. So lassen sich Aspekte dieser wichtigen Kompetenz in Anforderungen konkretisieren.

Modul V1

Von Daten zu Funktionen

<p>Sachgerechter Umgang mit Funktionen, die auch aus empirischen Daten hergeleitet werden. Näherungsweise Lösen elementarer Optimierungsprobleme.</p>
<p>LEITIDEE Daten und Zufall</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden verschiedene Arten von Daten: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daten aus einem funktionalen Zusammenhang, einer Versuchsreihe, einer Befragung ... , ◦ eindeutig bestimmte oder zufällige Daten, ◦ diskret oder kontinuierlich verteilte Daten. • stellen Daten in einer Tabelle, durch einen Graphen oder eine Gleichung dar.
<p>LEITIDEE Funktionaler Zusammenhang</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen die Funktionsklassen der ganzrationalen, der einfachen gebrochen rationalen, der trigonometrischen und der Exponentialfunktionen mit ihren jeweiligen Charakterisierungen und setzen sie sachgerecht ein, • werten die Änderung von Funktionswerten aus und lösen so elementare Optimierungsprobleme näherungsweise, in bestimmten Fällen auch mit Methoden der Mittelstufe exakt.
<p>LEITIDEE Modellieren</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erfahren, dass eine Gleichung für eine Funktion eine oft angestrebte – aber nicht immer mögliche – Form der Darstellung ist, • modellieren Funktionen in einfachen Fällen aus Wertetabellen, • verwenden Funktionen als Hilfsmittel, um realitätsbezogene Zusammenhänge zu beschreiben, zu analysieren und die zugehörigen Problemstellungen zu lösen.
<p>LEITIDEE Algorithmus</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • bestimmen Nullstellen einfacher Funktionen, auch mit einem einfachen numerischen Verfahren, • setzen Computer und geeignete Taschenrechner beim Aufstellen von Funktionsgleichungen, bei der Analyse von Funktionen und beim Lösen von Gleichungssystemen sachgerecht ein.

Modul V2

Von der mittleren zur lokalen Änderung

Deuten der Ableitung als lokale Änderungsrate bzw. als Tangentensteigung, Abstraktion von einzelnen lokalen Änderungsraten zur Ableitung als Funktion, Berechnung der Ableitungsfunktion zumindest bei ganzrationalen Funktionen.

LEITIDEE Funktionaler Zusammenhang

LEITIDEE Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- vollziehen im geeigneten Sachkontext oder bei innermathematischen Problemstellungen den Übergang von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate (Durchschnittsgeschwindigkeit \rightarrow (Momentan)Geschwindigkeit, durchschnittlicher Steuersatz \rightarrow Grenzsteuer etc.) bzw. erkennen die Tangente als Grenzlage einer geeigneten Folge von Sekanten, variieren die betrachtete Stelle und kommen durch Abstraktion zum Begriff der Ableitungsfunktion (auch mit Computerhilfe),
- bestimmen Grenzwerte auf anschaulicher Ebene,
- deuten geometrisch die Zusammenhänge z.B. zwischen Fläche und Umfang bzw. Volumen und Oberfläche.

LEITIDEE Funktionaler Zusammenhang

LEITIDEE Algorithmus

Die Schülerinnen und Schüler

- berechnen die Ableitungsfunktionen ganzrationaler Funktionen mithilfe der Summen- und Faktorregel und lösen so elementare Optimierungsprobleme auch rechnerisch.

LEITIDEE Funktionaler Zusammenhang

Die Schülerinnen und Schüler

- zeichnen zu einem gegebenen Funktionsgraphen den prinzipiellen Verlauf des Graphen der Ableitungsfunktion.

3.1.2 Inhalte

Die inhaltsbezogenen Kompetenzen bauen auf den Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I auf. Sie nehmen nicht die volle Unterrichtszeit in Anspruch. Die Nutzung des Freiraums und die Aufteilung der Kompetenzen auf Module regelt ein schulinternes

Curriculum. Paradigmatische Beispiele, die Kernideen der Module enthalten, bilden jeweils die Grundlage für die Entwicklung der zu erwerbenden Kompetenzen.

3.2 Die Studienstufe

3.2.1 Anforderungen

Da besonders in einem anwendungsorientierten Mathematikunterricht das Modellieren bei der Beschreibung und Lösung von Problemen in der uns umgebenden Welt vielfältigen Einsatz findet und auf ver-

schiedenen Abstraktionsebenen und Niveaus realisierbar ist, wird das Modellieren im Folgenden auch als mathematische LEITIDEE gesehen. So lassen sich Aspekte dieser wichtigen Kompetenz in Anforderungen konkretisieren.

Grundlegendes und erhöhtes Anforderungsniveau

<i>Grundlegendes Niveau</i>	<i>Erhöhtes Niveau</i>
Modul 1	
Von der Änderungsrate zum Bestand	
<p>Integrale verwenden zur Rekonstruktion von Beständen aus zugehörigen Ableitungsfunktionen, zur Berechnung von Maßen krummlinig begrenzter Flächen und zum Bestimmen von Mittelwerten.</p> <p>Analytische Berechnung von Integralen über ganzrationale Funktionen und Anwendung des Integralbegriffes auf mathematische und realitätsbezogene Problemstellungen.</p>	
<p>LEITIDEE Funktionaler Zusammenhang</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erkennen, dass durch Aufsummation von lokalen Änderungsraten ein Gesamteffekt bestimmt werden kann, und interpretieren diesen Gesamteffekt außermathematisch z. B. als zurückgelegten Weg, Gesamtkosten usw. sowie geometrisch als Fläche. Sie können daher mithilfe der Differenzialrechnung lokale und mithilfe der Integralrechnung globale Aussagen machen. • schließen aus der obigen Erkenntnis, dass die Integration die Umkehrung der Differenziation ist, kennen den Hauptsatz der Differenzial- und Integralrechnung und wissen um seine Bedeutung. 	
<p>LEITIDEE Modellieren,</p> <p>LEITIDEE Algorithmus</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • können in einfachen Modellierungsaufgaben das Integral sachgerecht einsetzen und deuten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Sie bestimmen in einfachen Fällen Integrale näherungsweise – z. B. über das geeignete Unterteilen der Fläche, berechnen Integrale von ganzrationalen Funktionen analytisch und interpretieren den ermittelten Zahlenwert im Aufgabenkontext. 	
	<p>Speziell für Kurse mit erhöhtem Niveau</p> <p>Über Grundvorstellungen hinaus entwickeln die Schülerinnen und Schüler im Umfeld des Hauptsatzes Sätze und Definitionen.</p> <p>Sie lösen eine Aufgabenstellung, die Kreativität und Vernetzungen fördert.</p> <p>Als Hilfsmittel verwenden die Schülerinnen und Schüler Computer mit geeigneten Programmen.</p>

<i>Grundlegendes Niveau</i>	<i>Erhöhtes Niveau</i>
Modul 2 Der Zufall steht Modell	
Sachgerechtes Arbeiten mit der Binomial- und der Normalverteilung.	
<p>LEITIDEE Daten und Zufall Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erkennen und beschreiben bei empirischen Phänomenen annähernd normalverteilte Daten, berechnen Vorhersagen und entdecken die Abhängigkeit der Vorhersagequalität von der Anzahl der Daten, • greifen die Bernoulli-Kette als Modell für bestimmte Zufallsexperimente und die Binomialverteilung als zugehörige Wahrscheinlichkeitsverteilung wieder auf, • erkennen die Bedeutung der Unabhängigkeit für die Entwicklung stochastischer Modelle, • beschreiben und vergleichen Zufallsexperimente mithilfe von Zufallsgrößen und deren Verteilungen. <p>LEITIDEE Daten und Zufall, LEITIDEE Algorithmus Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • berechnen bei bekannten Verteilungen Erwartungswert, Varianz und Standardabweichung und erläutern deren Bedeutung. 	
	<p>Speziell für Kurse mit erhöhtem Niveau Die Schülerinnen und Schüler entwickeln ein vertieftes Verständnis der Bedeutung von Verteilungsparametern. So lassen sich Grundvorstellungen über „Gesetze der großen Zahlen“ teilweise präzisieren. Sie lösen eine Aufgabenstellung, die Kreativität und Vernetzungen fördert. Als Hilfsmittel verwenden die Schülerinnen und Schüler Computer mit geeigneten Programmen.</p>

<i>Grundlegendes Niveau</i>	<i>Erhöhtes Niveau</i>
<p>Modul 3 Matrizen und Vektoren als Datenspeicher</p>	
<p>Lösen linearer Gleichungssysteme, Modellieren einfacher Verflechtungen und diskreter Wachstumsprozesse.</p>	
<p>LEITIDEE Algorithmus Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • beherrschen den Umgang mit den üblichen Verknüpfungen zwischen Vektoren und Matrizen (Vektoraddition, Multiplikation mit Skalar, Skalarprodukt als Rechenoperation mit n-Tupeln, Addition und Multiplikation von Matrizen, Multiplikation einer Matrix mit einem Skalar, Multiplikation von Matrix und Vektor). 	
<p>LEITIDEE Modellieren, LEITIDEE Algorithmus Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • modellieren einfache diskrete Wachstumsprozesse mit Populationsmodellen, erklären deren Besonderheiten (Einteilung der Population in Altersgruppen, Rekursivität), auch im Hinblick auf andere Wachstumsmodelle, berechnen Aussagen zum Wachstum über eine und zwei Zeitperioden und Aussagen zum Langzeitverhalten, z. B. Aussterben, Stabilisierung, unbegrenztes Wachstum (z. B. durch Vorgabe von Potenzen der Populationsmatrix), periodisches Verhalten der Population, • modellieren einfache Verflechtungen (betriebswirtschaftliche Modelle), • erstellen und lösen lineare Gleichungssysteme mit dem Gauß'schen Eliminationsverfahren innerhalb verschiedener Sachkontexte und deuten die Lösungen sachgerecht. 	
	<p>Speziell für Kurse mit erhöhtem Niveau Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihr Wissen hinsichtlich des Langzeitverhaltens bei einfachen Modellen mit Eigenwerten / Eigenvektoren. Sie lösen eine Aufgabenstellung, die Kreativität und Vernetzungen fördert. Als Hilfsmittel verwenden die Schülerinnen und Schüler Computer mit geeigneten Programmen.</p>

<i>Grundlegendes Niveau</i>	<i>Erhöhtes Niveau</i>
Modul 4	
Änderungsraten und Bestände	
Sachgerechtes Einsetzen der Differenzial- und Integralrechnung bei weiteren Funktionsklassen.	
<p>LEITIDEE Algorithmus, LEITIDEE Funktionaler Zusammenhang Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> wenden die Ableitungsregeln (Summen-, Produkt-, Quotienten- und Kettenregel) auf weitere Funktionsklassen an: Potenzfunktionen mit rationalem Exponenten und deren einfache Verknüpfungen und Verkettungen, Exponential- und Logarithmusfunktionen und die besondere Bedeutung der Zahl e und der e-Funktion, Sinus und Kosinus als Grundmodelle periodischer Funktionen, lernen Stammfunktionen zu den wichtigsten Vertretern der genannten Funktionsklassen kennen und wenden einfache Integrationsregeln (Summen- und Faktorregel) an. <p>LEITIDEE Funktionaler Zusammenhang, LEITIDEE Modellieren Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> setzen die Differenzial- und Integralrechnung in einfachen mathematischen und realitätsnahen Problemstellungen sachgerecht ein, begründen die Auswahl der Funktionsklassen im Aufgabenkontext und deuten den Einsatz der Differenzial- und Integralrechnung im Sachkontext. 	
	<p>Speziell für Kurse mit erhöhtem Niveau: Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> können aufgrund der Vertiefung in Modul 1 bzw. deren Fortsetzung hier in einfachen Fällen Integrale lösen über Substitution bzw. partielle Integration. können gegebene Informationen angemessen mit Funktionen modellieren. <p>Sie lösen eine Aufgabenstellung, die Kreativität und Vernetzungen fördert.</p> <p>Als Hilfsmittel verwenden die Schülerinnen und Schüler Computer mit geeigneten Programmen.</p>

<i>Grundlegendes Niveau</i>	<i>Erhöhtes Niveau</i>
Modul 5	
Anwendungsprobleme der Stochastik	
Testen von Hypothesen durchführen, den Satz von Bayes auf realistische Problemstellungen anwenden.	
LEITIDEE Daten und Zufall Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • wenden Prinzipien des Testens von Hypothesen in einfachen Fällen an und kennen den Unterschied zwischen statistisch signifikanten und strenglogisch begründeten Ergebnissen, • verwenden die Gleich-, Binomial- und Normalverteilung zur realitätsbezogenen Berechnung von Wahrscheinlichkeiten, Erwartungswerten und beim Entwurf von Hypothesentests und Parameterschätzungen, • wenden den Satz von Bayes auf realistische Problemstellungen an, wenn von einer vorliegenden „Wirkung“ auf deren „Ursache“ geschlossen werden soll oder um ein Vorwissen durch stochastische Zusatzinformationen zu verbessern. 	
	Speziell für Kurse mit erhöhtem Niveau Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"> • lernen als vierte Verteilung die Poisson-Verteilung kennen und entwickeln deren Eigenschaften • stellen Probleme als stochastische Prozesse mit Diagrammen dar (Übergangsgraphen/verallgemeinerte Baumdiagramme – auch mit Zyklen), und lösen diese. <p>Sie lösen eine Aufgabenstellung, die Kreativität und Vernetzungen fördert.</p> <p>Als Hilfsmittel verwenden die Schülerinnen und Schüler Computer mit geeigneten Programmen.</p>

<i>Grundlegendes Niveau</i>	<i>Erhöhtes Niveau</i>
Modul 6	
Analytische Geometrie	
Umgang mit Vektoren und damit gebildeten Objekten im Anschauungsraum.	
<p>LEITIDEE Raum und Form Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • stellen geometrische Objekte in einem Schrägbild dar, • beschreiben im Raum Geraden und Ebenen, Letztere in Parameter- und Koordinatenform, • untersuchen einfache Lagebeziehungen der genannten geometrischen Objekte. <p>LEITIDEE Algorithmus LEITIDEE Messen LEITIDEE Raum und Form Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • messen die Länge eines Vektors sowie Abstand und Winkel zwischen geometrischen Objekten (außer bei windschiefen Geraden) mithilfe des Skalarprodukts. In geeigneten Fällen wählen sie auch elementargeometrische Methoden, • erweitern die geometrische Deutung der Lösungsmenge linearer Gleichungssysteme. 	
	<p>Speziell für Kurse mit erhöhtem Niveau Schülerinnen und Schüler arbeiten mit Kugeln im Anschauungsraum und vertiefen so dort ihr Begriffsverständnis und Verfahrensweisen. Sie lösen eine Aufgabenstellung, die Kreativität und Vernetzungen fördert. Als Hilfsmittel verwenden die Schülerinnen und Schüler Computer mit geeigneten Programmen.</p>

3.2.2 Inhalte

Die inhaltsbezogenen Kompetenzen bauen auf den Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I auf. Paradigmatische Beispiele, die Kernideen der Module enthalten, bilden jeweils die Grundlage für die Entwicklung der vorgesehenen Kompetenzen.

Verbindlich ist eine der beiden folgenden Varianten der Auswahl von Kompetenzen, welche die Lehrperson in Abstimmung mit der Fachkonferenz trifft:

Variante 1 (Schwerpunkt Stochastik):

Module 1, 2, 4 und 5 in den ersten drei Semestern, Modul 3 oder Modul 6 im vierten Semester.

Variante 2 (Schwerpunkt Lineare Algebra/Analytische Geometrie):

Module 1, 3, 4 und 6 in den ersten drei Semestern, Modul 2 oder Modul 5 im vierten Semester.

Ein Kurs mit erhöhtem Niveau beinhaltet die Kompetenzen eines Kurses mit grundlegendem Niveau. Zusätzlich wird den Schülerinnen und Schülern an Teilbereichen des Moduls ein tieferer Blick in die innere Welt der Mathematik ermöglicht, ergänzt durch eine komplexere Anwendungsaufgabe. Die Teilbereiche sind in den Modulen ausgewiesen (s. o.).

4 Grundsätze der Leistungsbewertung

Leistungsbewertung ist eine pädagogische Aufgabe. Sie gibt den an Schule und Unterricht Beteiligten Aufschluss über Lernerfolge und Lerndefizite.

Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Möglichkeit, ihre eigenen Leistungen und den angestrebten Kompetenzerwerb zu reflektieren und einzuschätzen. So erwerben die Schülerinnen und Schüler, gegebenenfalls auch mithilfe der Lehrperson, Kenntnisse über eigene kognitive Fähigkeiten, bewertendes Wissen über Aufgaben und strategisches Wissen über Lösungswege. Die Selbsteinschätzung reicht dazu jedoch nicht aus, es muss generell das Streben nach Verständnis im Mittelpunkt des Unterrichts stehen, der geprägt ist von Diskursivität, dem Austausch individueller Vorstellungen, dem Abgleich der Argumente und der gedanklichen Klärung.

Die Lehrerinnen und Lehrer erhalten wichtige Hinweise zur Effektivität ihres Unterrichts.

Beide Aspekte stehen in konstruktiver Wechselwirkung:

- Mit der Auswertung der Lernprozesse und Leistungen der Schülerinnen und Schüler können Lehrerinnen und Lehrer sie erfolgreicher in ihrem individuellen Lernweg unterstützen.
- Mit der zunehmenden Fähigkeit zur Planung, Steuerung und Bewertung des eigenen Lernprozesses können sich Schülerinnen und Schüler kompetenter an der Auswertung des Unterrichts beteiligen und den Lehrerinnen und Lehrern wichtige Rückmeldungen zu ihrer Arbeit geben.

Die Leistungsbewertung orientiert sich am Bildungs- und Erziehungsauftrag der gymnasialen Oberstufe sowie an den in diesem Rahmenplan genannten Zielen, Grundsätzen, Inhalten und Anforderungen des Mathematikunterrichts.

Formen der Leistungsbewertung

Klausuren dienen dazu, die individuelle Verfügbarkeit von Wissen und Können in einem begrenzten mathematischen Bereich bewerten zu können, der jedoch auch frühere Themenbereiche einschließt. Dabei wird nicht auswendig zu lernendes Wissen abgeprüft, son-

dern die Fähigkeit, Mathematik in ihren vielfältigen mathematischen und außermathematischen Zusammenhängen verständlich anwenden zu können. Zentrales Kriterium der Bewertung ist die erreichte Qualität dieser Fähigkeit.

In der „*laufenden Kursarbeit*“ werden die Mitarbeit im Unterricht und die Bewältigung der Hausaufgaben bewertet. Zur Bewertung können auch *Referate* zu einem passenden Thema beitragen.

Kurs- bzw. Facharbeiten ersetzen oder ergänzen schriftliche – in einem gewissen Umfang auch mündliche – Lernerfolgskontrollen. Sie dienen nicht nur der Leistungsmessung, sondern vermitteln auch Fähigkeiten und Fertigkeiten wie Problemlösestrategien, Fähigkeiten zur Kommunikation der Problemlösungen, u. a. durch Verwendung angemessener mathematischer Mittel wie Diagramme und Graphen. Sie behandeln entweder ein selbst oder von der Lehrperson gestelltes Thema, wobei es sich in der Regel um umfangreichere mathematische oder außermathematische Probleme handelt.

Weitere Formen der Bewertung sind *Portfolios*, eine zielgerichtete Sammlung von Schülerarbeiten, welche die Anstrengungen der Lernenden, den Lernfortschritt und die Leistungsergebnisse auf einem oder mehreren mathematischen Gebieten bzw. außermathematischen Problemstellungen zeigt, und *Lerntagebücher*, in denen die Lernenden ihren Lernprozess regelmäßig dokumentieren und darüber reflektieren.

Beide Formen ergänzen mündliche bzw. ggf. schriftliche Lernerfolgskontrollen.

Die für ein Semester vergebenen Gesamtnoten dürfen sich nicht überwiegend auf die Ergebnisse der Klausuren und der ihnen gleichgestellten Leistungen beziehen.

Lehrerinnen und Lehrer initiieren und gestalten mit ihren Kolleginnen und Kollegen und Schülerinnen und Schülern weitere *Lernsituationen* und *Arbeitsprodukte* wie Projekte, Praktika, Gestaltung von Unterrichtsstunden durch Schülerinnen und Schüler, Podiumsdiskussionen, Rollen- und Planspiele und entwickeln in Absprache mit den Schülerinnen und Schülern entsprechende Bewertungskriterien.

Bewertungskriterien

Unterrichtsgespräch	<ul style="list-style-type: none"> • situationsgerechte Einhaltung der Gesprächsregeln, • Anknüpfung von Vorerfahrungen an den erreichten Sachstand, • sachliche, begriffliche und sprachliche Korrektheit, • Verständnis anderer Gesprächsteilnehmer und Bezug zu ihren Beiträgen, • Ziel- und Ergebnisorientierung.
Phasen individueller Arbeit	<ul style="list-style-type: none"> • Einhaltung verbindlicher Absprachen und Regeln, • Anspruchsniveau der Aufgabenauswahl, • Zeitplanung und Arbeitsökonomie, konzentriertes und zügiges Arbeiten, • Übernahme der Verantwortung für den eigenen Lern- und Arbeitsprozess, • Einsatz und Erfolg bei der Informationsbeschaffung, • Flexibilität und Sicherheit im Umgang mit Werkzeugen, • Aufgeschlossenheit und Selbstständigkeit, Alternativen zu betrachten und Lösungen für Probleme zu finden.
Gruppenarbeit	<ul style="list-style-type: none"> • Initiativen und Impulse für die gemeinsame Arbeit, • Planung, Strukturierung und Aufteilung der gemeinsamen Arbeit, • Kommunikation und Kooperation, • Abstimmung, Weiterentwicklung und Lösung der eigenen Teilaufgaben, • Integration der eigenen Arbeit in das gemeinsame Ziel.
Arbeitsprodukte (s. o.)	<ul style="list-style-type: none"> • Eingrenzung des Themas und Entwicklung einer eigenen Fragestellung, • Umfang, Strukturierung und Gliederung der Darstellung, • methodische Zugangsweisen, Informationsbeschaffung und -auswertung, • sachliche, begriffliche und sprachliche Korrektheit, • Schwierigkeitsgrad und Eigenständigkeit der Erstellung, • kritische Bewertung und Einordnung der Ergebnisse, • Medieneinsatz, • Ästhetik und Kreativität der Darstellung.
Kursarbeit Facharbeit Portfolio	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation der relevanten Informationen, relevanter Variablen und Einschränkungen, • angemessene Analyse der gegebenen Informationen und Daten, • mathematisches Verständnis, • korrekte und angemessene mathematische Formulierung des Problems, • Interpretation und Evaluation der Resultate, • Synthese der Ergebnisse, Tiefe der Untersuchung, Kommunikation der Lösung. <p><i>Dabei steht der Problemlöseweg im Vordergrund und nicht das Ergebnis bzw. das korrekte Abarbeiten eines Algorithmus.</i></p>
Lerntagebuch	<ul style="list-style-type: none"> • Darstellung der eigenen Ausgangslage, der Themenfindung und -eingrenzung, der Veränderung von Fragestellungen, • Darstellung der Zeit- und Arbeitsplanung, der Vorgehensweise, der Informations- und Materialbeschaffung, • Fähigkeit, Recherchen und Untersuchungen zu beschreiben, in Vorerfahrungen einzuordnen, zu bewerten und Neues zu erkennen, • konstruktiver Umgang mit Fehlern und Schwierigkeiten, • selbstkritische Bewertung von Arbeitsprozess und Arbeitsergebnis.
Hausarbeit Test, Klausur	<ul style="list-style-type: none"> • sachliche, begriffliche und sprachliche Korrektheit, • Übersichtlichkeit und Verständlichkeit, • Reichhaltigkeit und Vollständigkeit, • Eigenständigkeit und Originalität der Bearbeitung und Darstellung.

Die Fachkonferenzen stimmen die Bereiche und Kriterien für die Leistungsbewertung ab und legen sie fest.

Die Lehrerinnen und Lehrer erläutern den Schülerinnen und Schülern die Anforderungen, die erwarteten

Leistungen sowie die Bewertungskriterien und erörtern sie mit ihnen. Bei der konkreten Auslegung der Bewertungskriterien werden die Schülerinnen und Schüler beteiligt.

