

# Rahmenlehrplan

für den Unterricht in der  
gymnasialen Oberstufe

Gymnasien  
Integrierte Sekundarschulen  
mit gymnasialer Oberstufe  
Berufliche Gymnasien  
Kollegs  
Abendgymnasien



## Mathematik

**Anhörungsfassung 19.02.2014**

## **IMPRESSUM**

### **Erarbeitung**

Dieser Rahmenlehrplan wurde vom Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM) erarbeitet. Er basiert auf den Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.10.2012).

### **Herausgeber**

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft Berlin

### **Gültigkeit des Rahmenlehrplans**

Gültig ab 1. August 2014

Der Rahmenlehrplan gilt für alle Schülerinnen und Schüler, die ab dem Schuljahr 2015/2016 in die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe eintreten oder diese aus anderen Gründen beginnen. Er ist bereits ab dem Schuljahr 2014/2015 Grundlage für die Erarbeitung des schulinternen Curriculums.

### **Rahmenlehrplannummer**

xxx

1.Auflage 2014

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Die Herausgeber behalten sich alle Rechte einschließlich Übersetzung, Nachdruck und Vervielfältigung des Werkes vor. Kein Teil des Werkes darf ohne ausdrückliche Genehmigung der Herausgeber in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Dieses Verbot für nicht für die nicht gewerbliche Verwendung dieses Werkes für Zwecke der Schulen und ihrer Gremien.

# Inhaltsverzeichnis

Einführungsphase.....	5
1 Bildung und Erziehung in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe .....	9
1.1 Grundsätze.....	9
1.2 Lernen und Unterricht .....	10
1.3 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung.....	11
2 Beitrag des Faches Mathematik zum Kompetenzerwerb .....	13
2.1 Fachprofil .....	13
2.2 Fachbezogene Kompetenzen .....	15
3 Eingangsvoraussetzungen und abschlussorientierte Standards .....	17
3.1 Eingangsvoraussetzungen .....	17
3.2 Abschlussorientierte Standards.....	21
4 Kompetenzentwicklung und Inhalte in den Kurshalbjahren .....	30
5 Sonstige Regelungen .....	34
5.1 Jahrgangsübergreifender Unterricht .....	34
5.2 Zusatzkurse .....	34
5.3 Fremdsprachiger Sachfachunterricht .....	37
6 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung im Fach Mathematik.....	39
6.1 Die Mitarbeit im Unterricht .....	39
6.2 Schriftliche Leistungsüberprüfungen.....	40
6.3 Weitere Aspekte der Leistungsbewertung.....	40



## Einführungsphase

### Zielsetzung

Im Unterricht der Einführungsphase vertiefen und erweitern die Schülerinnen und Schüler die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen und bereiten sich auf die Arbeit in der Qualifikationsphase vor. Spätestens am Ende der Einführungsphase erreichen sie die für den Eintritt in die Qualifikationsphase gesetzten Eingangsvoraussetzungen.

Die für die Qualifikationsphase beschriebenen Grundsätze für Unterricht und Erziehung sowie die Ausführungen zum Beitrag des Faches zum Kompetenzerwerb gelten für die Einführungsphase entsprechend. Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Möglichkeit, Defizite auszugleichen und Stärken weiterzuentwickeln. Sie vertiefen bzw. erwerben fachbezogen und fachübergreifend Grundlagen für wissenschaftspropädeutisches Arbeiten und bewältigen zunehmend komplexe Aufgabenstellungen selbstständig. Hierzu gehören auch die angemessene Verwendung der Sprache und die Nutzung von funktionalen Lesestrategien. Dabei wenden sie fachliche und methodische Kenntnisse und Fertigkeiten mit wachsender Sicherheit selbstständig an. Um ihre Kurswahl wohlüberlegt treffen zu können, machen sie sich mit den unterschiedlichen Anforderungen für Grundkurs- und Leistungskursfach vertraut. Zur Vorbereitung auf die Arbeit in der jeweiligen Kursform erhalten sie Spielräume für den individuellen Kompetenzerwerb und werden von ihren Lehrkräften unterstützt und beraten. Notwendig ist darüber hinaus das Hinführen zur schriftlichen Bearbeitung umfangreicherer Aufgaben im Hinblick auf die Klausuren in der gymnasialen Oberstufe.

Im Zweiten Bildungsweg werden die Eingangsvoraussetzungen aufgrund des Wiedereinstiegs in den Lernprozess nach längerer Pause nur von einem Teil der Hörerinnen und Hörer des Abendgymnasiums bzw. der Kollegiatinnen und Kollegiaten des Kollegs erfüllt. Die Abschlussstandards werden durch binnendifferenziertes Arbeiten sowie Nutzung der größeren Selbstkompetenz erwachsener Lernender erreicht.

### Kompetenzen und Inhalte

In der Einführungsphase kommen Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Kenntnissen und Fähigkeiten zusammen. Hauptaufgabe des Mathematikunterrichts in der Einführungsphase ist es, das in der Sekundarstufe I erworbene Wissen und die bisher entwickelten Kompetenzen zu sichern und auszubauen. Zu berücksichtigen sind dabei auch die allgemeinen mathematischen Kompetenzen. Sie beziehen sich auf die Prozesse mathematischen Denkens und Arbeitens, insbesondere

- die Wirklichkeit mit mathematischen Mitteln zu beschreiben (Modellieren),
- mathematisch fassbare Probleme zu strukturieren und erfolgreich zu bearbeiten (Problemlösen),
- schlüssige Begründungen zu suchen und sorgfältig zu prüfen (Argumentieren),
- mathematische Informationen und Argumente aufzunehmen und verständlich weiterzugeben (Kommunizieren).

Bei all diesen Tätigkeiten ist es unabdingbar, sich mathematischer (symbolischer und grafischer) Darstellungsweisen zu bedienen und die mathematische Fachsprache, Strategien, Verfahren und Werkzeuge zu beherrschen. Je nach Interessen und Fähigkeiten der Lernenden können diese im Hinblick auf die erhöhten Anforderungen des Leistungskursfaches vertieft werden, indem z. B. verstärkt binnendifferenziert gearbeitet und die Herausbildung größerer Selbstständigkeit gefördert wird.

Der Erwerb der inhaltsbezogenen Kompetenzen erfolgt anhand der Leitideen:

## Zahl [L1]

Mit der Arbeit im Bereich der Leitidee Zahl werden insbesondere Inhalte der Sekundarstufe I vertieft und erweitert. Dabei werden die Kompetenzen im Umgang mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik gefördert. Die Schülerinnen und Schüler verwenden Variablen, Terme und Gleichungen zum Modellieren und zum Problemlösen. Sie führen mathematische Verfahren aus und reflektieren deren Anwendung.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- untersuchen die Lösbarkeit von Gleichungen bezüglich verschiedener Grundmengen,
- wählen bei Sachproblemen geeignete Grundmengen, ggf. auch für Parameter,
- lösen lineare (2,2)- und (3,3)-Gleichungssysteme,\*
- nutzen den Satz des Vieta zur Kontrolle quadratischer Gleichungen,
- begründen die Potenzgesetze und nutzen sie zur Vereinfachung von Termen,
- lösen Potenz- und Wurzelgleichungen,
- begründen die Logarithmengesetze; nutzen sie zur Lösung von Exponentialgleichungen.

\* z. B. bei der Rekonstruktion von Funktionsgleichungen, s. u. Leitidee Funktionaler Zusammenhang.

## Raum und Form / Messen – Koordinatengeometrie [L2/3]

Im Unterricht zur Koordinatengeometrie werden insbesondere bekannte Inhalte der Sekundarstufe I vertieft und erweitert. Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihre Fähigkeiten im Nutzen von Näherungsverfahren und im Beweisen oder Widerlegen von Aussagen.

Die Schülerinnen und Schüler

- argumentieren bei der Begründung der Eigenschaften von geometrischen Objekten und deren Klassifizierung mit Kongruenz, Ähnlichkeit, Winkelsätzen und Symmetrie,
- nutzen den Satz des Pythagoras zum Bestimmen des Abstandes zweier Punkte und der Begründung der Kreisgleichung,
- nutzen u. a. den Kosinussatz zur Berechnung von Längen und Winkeln in beliebigen Dreiecken,
- beweisen den Sinus- und den Kosinussatz,
- begründen die Winkelbeziehung am Einheitskreis,
- begründen die Berechnung und den Vergleich von Streckenlängen, Winkelgrößen und Flächeninhalten mit Strahlensätzen und zentrischer Streckung, auch in Anwendungssituationen,
- nutzen Näherungsverfahren zur Beschreibung der Zahl  $\pi$  und zur Begründung des Kegel- und Kugelvolumens.

## Funktionaler Zusammenhang [L4]

Im Vordergrund steht der Aufbau tragfähiger Grundvorstellungen bei numerischen und graphischen Darstellungen von funktionalen Zusammenhängen und dem Wechsel zwischen sprachlichen, numerischen, graphischen und symbolischen Darstellungen. Das Arbeiten mit Veränderungsdaten bildet die Grundlage für die Differenzial- und Integralrechnung in der Qualifikationsphase. Die Schülerinnen und Schüler interpretieren Realsituationen, die durch funktionale Zusammenhänge beschrieben werden. Sie arbeiten mit qualitativ und durch Terme gegebenen Funktionen im Hinblick auf mittlere und lokale Änderungsraten.

### Die Schülerinnen und Schüler

- ermitteln die Funktionsgleichungen von linearen und quadratischen Funktionen aus gegebenen Punkten, deuten in Sachsituationen das Gleichsetzen von Termen als Bestimmung eines Schnittpunktes von Funktionsgraphen,
- beschreiben die Eigenschaften der Exponentialfunktion und modellieren Sachsituationen mit dieser,
- stellen lineare, quadratische, exponentielle Funktionen und die Sinusfunktion der Form  $f(x) = a \cdot \sin[b(x-c)] + d$  in Wertetabellen, Graphen und in Termen dar und beschreiben den Verlauf in eigenen Worten und mit geeigneten Fachbegriffen,
- deuten die Parameter der symbolischen Darstellung von linearen, quadratischen, periodischen und exponentiellen Funktionen in der graphischen Darstellung und in Anwendungssituationen,
- wechseln zwischen verschiedenen Darstellungsformen und wählen diese begründet aus,
- systematisieren Funktionen anhand charakteristischer Eigenschaften von Funktionsklassen,
- identifizieren lineare, quadratische, periodische und exponentielle Prozesse,
- verwenden das Bogenmaß eines Winkels,
- modellieren periodisches Verhalten durch die allgemeine Sinusfunktion,
- begründen die Umkehrbarkeit von Funktionen und beschreiben die Wurzel- und Logarithmusfunktion als Umkehrfunktionen,
- deuten und berechnen mittlere Änderungsraten in diskreten und kontinuierlichen Prozessen, die als Tabelle, Graph oder Term vorliegen,
- deuten lokale Änderungsraten und bestimmen sie in graphischen Darstellungen,
- bestimmen markante Punkte (z. B. Hochpunkte, Tiefpunkte, Wendepunkte) aus Funktionsgraphen und deuten sie in Sachzusammenhängen,
- beschreiben Extremalprobleme mit quadratischen Funktionen und lösen sie mit Hilfe der Scheitelpunktform,
- ermitteln Ableitungsfunktionen durch graphisches Differenzieren und deuten sie in Sachzusammenhängen.

### Daten und Zufall – Stochastik [L5]

Der Stochastikunterricht ist besonders geeignet, die sprachlichen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler zu fördern und an allen Stellen des Unterrichts Begründungen auf der Grundlage einer angemessenen Argumentationsbasis einzufordern. Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihre Fähigkeiten im Erfassen, Darstellen und Zusammenfassen von Daten, im Modellieren zufälliger Vorgänge, im begründeten Schließen in unsicheren Situationen und in der Planung und Beurteilung statistischer Untersuchungen.

### Die Schülerinnen und Schüler

- planen eigenständig statistische Erhebungen, erfassen Daten und reflektieren die gewählten Items,
- nutzen Methoden der Darstellung, insbesondere auch Boxplots,
- klassifizieren Daten und stellen sie auch in Polygonzügen dar,
- bewerten Erhebungen und deren Darstellungen unter anderem unter Nutzung von Kennwerten (Streuung, Mittelwerte) kritisch,
- nutzen verschiedene Mittelwerte und begründen deren Wahl,
- ermitteln Wahrscheinlichkeiten aufgrund von Simulationen,
- beschreiben mehrstufige Zufallsexperimente (Baumdiagramm, Urnenmodell),
- verwenden zur Berechnung auch Fakultäten und Binomialkoeffizienten,
- berechnen Wahrscheinlichkeiten mit Hilfe von Binomialverteilungen (Bernoulli-Ketten, Erwartungswert, Varianz, Standardabweichung) in Anwendungskontexten.

Die aufgeführten Inhalte können in Abhängigkeit von der Lerngruppe und der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit durch Wahlthemen ergänzt werden. Mögliche Themenbereiche dafür sind:

- Entdecken, Begründen, Beweisen
- Näherungsverfahren
- Funktionen in Parameterformen
- Folgen und Reihen, Grenzwerte
- Optimierung



1

# Bildung und Erziehung in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe

## 1.1 Grundsätze

In der Qualifikationsphase erweitern und vertiefen die Schülerinnen und Schüler ihre bis dahin erworbenen Kompetenzen mit dem Ziel, sich auf die Anforderungen eines Hochschulstudiums oder einer beruflichen Ausbildung vorzubereiten. Sie handeln zunehmend selbstständig und übernehmen Verantwortung in gesellschaftlichen Gestaltungsprozessen. Die Grundlagen für das Zusammenleben und -arbeiten in einer demokratischen Gesellschaft und für das friedliche Zusammenleben der Völker sind ihnen vertraut. Die Lernenden erweitern ihre interkulturelle Kompetenz und bringen sich im Dialog und in der Kooperation mit Menschen unterschiedlicher kultureller Prägung aktiv und gestaltend ein. Eigene und gesellschaftliche Perspektiven werden von ihnen zunehmend sachgerecht eingeschätzt. Die Lernenden übernehmen Verantwortung für sich und ihre Mitmenschen, für die Gleichberechtigung der Menschen ungeachtet des Geschlechts, der Abstammung, der Sprache, der Herkunft, einer Behinderung, der religiösen und politischen Anschauungen, der sexuellen Identität und der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Stellung. Im Dialog zwischen den Generationen nehmen sie eine aktive Rolle ein. Sie setzen sich mit wissenschaftlichen, technischen, rechtlichen, politischen, sozialen und ökonomischen Entwicklungen auseinander, nutzen deren Möglichkeiten und schätzen Handlungsspielräume, Perspektiven und Folgen zunehmend sachgerecht ein. Sie gestalten Meinungsbildungsprozesse und Entscheidungen mit und eröffnen sich somit vielfältige Handlungsalternativen.

Der beschleunigte Wandel einer von Globalisierung geprägten Welt erfordert ein dynamisches Modell des Kompetenzerwerbs, das auf lebenslanges Lernen und die Bewältigung vielfältiger Herausforderungen im Alltags- und Berufsleben ausgerichtet ist. Hierzu durchdringen die Schülerinnen und Schüler zentrale Zusammenhänge grundlegender Wissensbereiche, erkennen die Funktion und Bedeutung vielseitiger Erfahrungen und lernen, vorhandene sowie neu erworbene Fähigkeiten und Fertigkeiten miteinander zu verknüpfen. Die Lernenden entwickeln ihre Fähigkeiten im Umgang mit Sprache und Wissen weiter und setzen sie zunehmend situationsangemessen, zielorientiert und adressatengerecht ein.

Die Eingangsvoraussetzungen verdeutlichen den Stand der Kompetenzentwicklung, den die Lernenden beim Eintritt in die Qualifikationsphase erreicht haben sollten. Mit entsprechender Eigeninitiative und gezielter Förderung können auch Schülerinnen und Schüler die Qualifikationsphase erfolgreich absolvieren, die die Eingangsvoraussetzungen zu Beginn der Qualifikationsphase noch nicht im vollen Umfang erreicht haben.

Mit den abschlussorientierten Standards wird verdeutlicht, über welche fachlichen und überfachlichen Kompetenzen die Schülerinnen und Schüler im Abitur verfügen müssen. Die Standards bieten damit Lernenden und Lehrenden Orientierung für erfolgreiches Handeln und bilden einen wesentlichen Bezugspunkt für die Unterrichtsgestaltung, für das Entwickeln von Konzepten zur individuellen Förderung sowie für ergebnisorientierte Beratungsgespräche.

Für die Kompetenzentwicklung sind zentrale Themenfelder und Inhalte von Relevanz, die sich auf die Kernbereiche der jeweiligen Fächer konzentrieren und sowohl fachspezifische als auch überfachliche Zielsetzungen deutlich werden lassen. So erhalten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit zum exemplarischen Lernen und zum Erwerb einer vertieften und erweiterten allgemeinen sowie wissenschaftspropädeutischen Bildung. Dabei wird stets der Bezug zur Erfahrungswelt der Ler-

**Kompetenz-  
erwerb**

**Standard-  
orientierung**

**Themenfelder  
und Inhalte**

nenden und zu den Herausforderungen an die heutige sowie perspektivisch an die zukünftige Gesellschaft hergestellt.

Die Schülerinnen und Schüler entfalten anschlussfähiges und vernetztes Denken und Handeln als Grundlage für lebenslanges Lernen, wenn sie die in einem Lernprozess erworbenen Kompetenzen auf neue Lernbereiche übertragen und für eigene Ziele und Anforderungen in Schule, im Studium, Beruf und Alltag nutzbar machen können.

Diesen Erfordernissen trägt der Rahmenlehrplan durch die Auswahl der Themenfelder und Inhalte Rechnung, bei der nicht nur die Systematik des Faches, sondern vor allem der Beitrag zum Kompetenzerwerb berücksichtigt werden.

### **Schulinternes Curriculum**

Der Rahmenlehrplan ist die verbindliche Basis für die Gestaltung des schulinternen Curriculums, in dem der Bildungs- und Erziehungsauftrag von Schule standortspezifisch konkretisiert werden. Dazu werden fachbezogene, fachübergreifende und fächerverbindende Entwicklungsschwerpunkte sowie profilbildende Maßnahmen festgelegt.

Die Kooperation innerhalb der einzelnen Fachbereiche ist dabei von ebenso großer Bedeutung wie fachübergreifende Absprachen und Vereinbarungen. Beim Erstellen des schulinternen Curriculums werden regionale und schulspezifische Besonderheiten sowie die Neigungen und Interessenlagen der Lernenden einbezogen. Dabei arbeiten alle an der Schule Beteiligten zusammen und nutzen auch die Anregungen und Kooperationsangebote externer Partner.

Zusammen mit dem Rahmenlehrplan nutzt die Schule das schulinterne Curriculum als ein prozessorientiertes Steuerungsinstrument im Rahmen von Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung. Im schulinternen Curriculum werden überprüfbare Ziele formuliert, die die Grundlage für eine effektive Evaluation des Lernens und des Unterrichts in der Qualifikationsphase bilden.

## **1.2 Lernen und Unterricht**

### **Mitverantwortung und Mitgestaltung von Unterricht**

Lernen und Lehren in der Qualifikationsphase müssen dem besonderen Entwicklungsabschnitt Rechnung tragen, in dem die Jugendlichen zu jungen Erwachsenen werden. Dies geschieht vor allem dadurch, dass die Lernenden Verantwortung für den Lernprozess und den Lernerfolg übernehmen und sowohl den Unterricht als auch das eigene Lernen aktiv selbst gestalten.

### **Lernen als individueller Prozess**

Beim Lernen konstruiert jede Einzelne/jeder Einzelne ein für sich selbst bedeutsames Abbild der Wirklichkeit auf der Grundlage ihres/seines individuellen Wissens und Könnens sowie ihrer/seiner Erfahrungen und Einstellungen.

Dieser Tatsache wird durch eine Lernkultur Rechnung getragen, in der sich die Schülerinnen und Schüler ihrer eigenen Lernwege bewusst werden, diese weiterentwickeln sowie unterschiedliche Lösungen reflektieren und selbstständig Entscheidungen treffen. So 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.

### **Phasen des Anwendens**

Neben der Auseinandersetzung mit dem Neuen sind Phasen des Anwendens, des Übens, des Systematisierens sowie des Vertiefens und Festigens für erfolgreiches Lernen von großer Bedeutung. Solche Lernphasen ermöglichen auch die gemeinsame Suche nach Anwendungen für neu erworbenes Wissen und verlangen eine variantenreiche Gestaltung im Hinblick auf Übungssituationen, in denen vielfältige Methoden und Medien zum Einsatz gelangen.

Lernumgebungen werden so gestaltet, dass sie das selbst gesteuerte Lernen von Schülerinnen und Schülern fördern. Sie unterstützen durch den Einsatz von Medien sowie zeitgemäßer Kommunikations- und Informationstechnik sowohl die Differenzierung individueller Lernprozesse als auch das kooperative Lernen. Dies trifft sowohl auf die Nutzung von multimedialen und netzbasierten Lernarrangements als auch auf den produktiven Umgang mit Medien zu. Moderne Lernumgebungen ermöglichen es den Lernenden, eigene Lern- und Arbeitsziele zu formulieren und zu verwirklichen sowie eigene Arbeitsergebnisse auszuwerten und zu nutzen.

**Lernumgebung**

Die Integration geschlechtsspezifischer Perspektiven in den Unterricht fördert die Wahrnehmung und Stärkung der Lernenden mit ihrer Unterschiedlichkeit und Individualität. Sie unterstützt die Verwirklichung von gleichberechtigten Lebensperspektiven. Die Schülerinnen und Schüler werden bestärkt, unabhängig von tradierten Rollenfestlegungen Entscheidungen über ihre berufliche und persönliche Lebensplanung zu treffen.

**Gleichberechtigung von Mann und Frau**

Durch fachübergreifendes Lernen werden Inhalte und Themenfelder in größerem Kontext erfasst, außerfachliche Bezüge hergestellt und gesellschaftlich relevante Aufgaben verdeutlicht. Die Vorbereitung und Durchführung von fächerverbindenden Unterrichtsvorhaben und Projekten fördern die Zusammenarbeit der Lehrkräfte und ermöglichen allen Beteiligten eine multiperspektivische Wahrnehmung.

**Fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen**

Im Rahmen von Projekten, an deren Planung und Organisation sich die Schülerinnen und Schüler aktiv beteiligen, werden über Fächergrenzen hinaus Lernprozesse vollzogen und Lernprodukte erstellt. Dabei nutzen Lernende überfachliche Fähigkeiten und Fertigkeiten auch zum Dokumentieren und Präsentieren. Auf diese Weise bereiten sie sich auf das Studium und ihre spätere Berufstätigkeit vor.

**Projektarbeit**

Außerhalb der Schule gesammelte Erfahrungen, Kenntnisse und erworbene Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler werden in die Unterrichtsarbeit einbezogen. Zur Vermittlung solcher Erfahrungen werden ebenso die Angebote außerschulischer Lernorte, kultureller oder wissenschaftlicher Einrichtungen sowie staatlicher und privater Institutionen genutzt. Die Teilnahme an Projekten und Wettbewerben, an Auslandsaufenthalten und internationalen Begegnungen hat ebenfalls eine wichtige Funktion; sie erweitert den Erfahrungshorizont der Schülerinnen und Schüler und trägt zur Stärkung ihrer interkulturellen Handlungsfähigkeit bei.

**Einbeziehung außerschulischer Erfahrungen**

### 1.3 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung

Wichtig für die persönliche Entwicklung der Schülerinnen und Schüler ist eine individuelle Beratung, die die Stärken der Lernenden aufgreift und Lernergebnisse nutzt, um Lernfortschritte auf der Grundlage nachvollziehbarer Anforderungs- und Bewertungskriterien zu beschreiben und zu fördern.

So lernen die Schülerinnen und Schüler, ihre eigenen Stärken und Schwächen sowie die Qualität ihrer Leistungen realistisch einzuschätzen und kritische Rückmeldungen und Beratung als Chance für die persönliche Weiterentwicklung zu verstehen. Sie lernen außerdem, anderen Menschen faire und sachliche Rückmeldungen zu geben, die für eine produktive Zusammenarbeit und ein erfolgreiches Handeln unerlässlich sind.

Die Anforderungen in Aufgabenstellungen orientieren sich im Verlauf der Qualifikationsphase zunehmend an der Vertiefung von Kompetenzen und den im Rahmenlehrplan beschriebenen abschlussorientierten Standards sowie an den Aufgabenformen und der Dauer der Abiturprüfung. Die Aufgabenstellungen sind so offen, dass sie von den Lernenden eine eigene Gestaltungsleistung abverlangen. Die von den Schülerinnen und Schülern geforderten Leistungen orientieren sich an lebens- und arbeitsweltbezogenen Textformaten und Aufgabenstellungen, die einen Beitrag

**Aufgabenstellungen**

zur Vorbereitung der Lernenden auf ihr Studium und ihre spätere berufliche Tätigkeit liefern.

**Schriftliche Leistungen**

Neben den Klausuren fördern umfangreichere schriftliche Arbeiten in besonderer Weise bewusstes methodisches Vorgehen und motivieren zu eigenständigem Lernen und Forschen.

**Mündliche Leistungen**

Auch den mündlichen Leistungen kommt eine große Bedeutung zu. In Gruppen und einzeln erhalten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit, ihre Fähigkeit zum reflektierten und sachlichen Diskurs und Vortrag und zum mediengestützten Präsentieren von Ergebnissen unter Beweis zu stellen.

**Praktische Leistungen**

Praktische Leistungen können in allen Fächern eigenständig oder im Zusammenhang mit mündlichen oder schriftlichen Leistungen erbracht werden. Die Schülerinnen und Schüler erhalten so die Gelegenheit, Lernprodukte selbstständig allein und in Gruppen herzustellen und wertvolle Erfahrungen zu sammeln.

## 2

## Beitrag des Faches Mathematik zum Kompetenzerwerb

### 2.1 Fachprofil

Der Erwerb mathematischer Bildung in der Qualifikationsphase vollzieht sich mit zwei Perspektiven:

- Die Schülerinnen und Schüler erwerben mathematische Kompetenzen, mit denen sie Probleme im Alltag und in ihrem zukünftigen Beruf bewältigen können, und erkennen die Rolle, die mathematisches Denken in der Welt spielt. Sie vertiefen dabei die in der Sekundarstufe I erworbene **mathematische Bildung**.
- Die Schülerinnen und Schüler erwerben mathematische Kompetenzen, die sie zu einem Hochschulstudium in einem mehr oder weniger mathematikintensiven Fach befähigen, erleben und erarbeiten dabei propädeutisch Strukturen und Prozesse **wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens** im Fach Mathematik, auch unter Nutzung moderner Technologien.

Mathematische Bildung muss sich daran messen lassen, inwieweit die bzw. der Einzelne in der Lage und bereit ist, diese Bildung für ein wirksames und verantwortliches Handeln einzusetzen. Zur mathematischen Bildung gehört somit auch die Fähigkeit, mathematische Fragestellungen im Alltag zu erkennen, mathematisches Wissen funktional, flexibel und mit Einsicht zur Bearbeitung vielfältiger innermathematischer und kontextbezogener Probleme einzusetzen und begründete mathematische Urteile abzugeben.

In diesem Sinne zeigt sich mathematische Bildung an einer Reihe von Kompetenzen, die sich auf **Prozesse** mathematischen Denkens und Arbeitens beziehen. Dies sind im Einzelnen die Kompetenz, die Wirklichkeit mit mathematischen Mitteln zu beschreiben (Modellieren), mathematisch fassbare Probleme zu strukturieren und erfolgreich zu bearbeiten (Problemlösen), schlüssige Begründungen zu suchen und sorgfältig zu prüfen (Argumentieren), mathematische Informationen und Argumente aufzunehmen und verständlich weiterzugeben (Kommunizieren) und gemeinsam an mathematischen Problemen zu arbeiten. Bei all diesen Tätigkeiten ist es unabdingbar, sich mathematischer (symbolischer und grafischer) Darstellungsweisen zu bedienen und Begriffe, mathematische Verfahren und Werkzeuge zu beherrschen.

Die genannten Kompetenzen bilden sich bei der aktiven Auseinandersetzung mit konkreten **Inhalten** und im Rahmen von konkreten Fragestellungen heraus. Diese sollen die zentralen Ideen des Faches Mathematik widerspiegeln. Solche zentralen Ideen haben sich in der Kulturgeschichte des Menschen in der über Jahrtausende währenden Auseinandersetzung mit Mathematik herausgebildet: Die Mathematik beschäftigt sich von Anfang an mit der Idee der Zahl und der Idee des räumlichen Strukturierens. Beide Ideen fließen zusammen in der Leitidee des Messens. Die Idee des Algorithmus gewinnt im Rahmen von Anwendungen in der Naturwissenschaft und Technik zunehmend an Bedeutung.

Ebenfalls herausgebildet haben sich in den letzten Jahrhunderten die Leitidee, den Zufall mit Mitteln der Mathematik zu erfassen, sowie die Leitidee, funktionale Zusammenhänge in allen Bereichen der Mathematik mit einer gemeinsamen Sprache zu beschreiben.

Diese Leitideen sind Kristallisationspunkte der Auseinandersetzung mit mathematischen Fragen und durchziehen und vernetzen alle Inhaltsbereiche. Sie dienen als strukturierende Elemente für die Beschreibung der vielfältigen, auf konkrete mathematische Inhalte bezogenen Kompetenzen, die die Schülerinnen und Schüler im allgemeinbildenden Mathematikunterricht erwerben sollen.












Mathematische Bildung zeigt sich erst im Zusammenspiel von Kompetenzen, die sich auf mathematische Prozesse beziehen, und solchen, die auf mathematische Inhalte ausgerichtet sind. Allgemeine mathematische Kompetenzen werden bei der Beschäftigung mit konkreten Lerninhalten, also unter Nutzung inhaltsbezogener Kompetenzen, erworben und weiterentwickelt. Inhaltsbezogene Kompetenzen werden durch problemlösende Auseinandersetzung mit inner- und außermathematischen Problemen und durch schlüssiges Argumentieren, also unter Nutzung allgemeiner mathematischer Kompetenzen, erworben. Der Mathematikunterricht fördert den Erwerb der beschriebenen Kompetenzen, indem er drei sich jeweils ergänzende Grunderfahrungen (nach H. Winter) von Mathematik ermöglicht:

- Erscheinungen der Welt um uns, die uns alle angehen oder angehen sollten, aus Natur, Gesellschaft und Kultur, in einer spezifischen Art wahrzunehmen und zu verstehen,
- mathematische Gegenstände und Sachverhalte, repräsentiert in Sprache, Symbolen, Bildern und Formeln, als geistige Schöpfungen, als eine deduktiv geordnete Welt eigener Art kennen zu lernen und zu begreifen,
- in der Auseinandersetzung mit Aufgaben Problemlösefähigkeiten, die über die Mathematik hinausgehen, (heuristische Fähigkeiten) zu erwerben.

Im Sinne dieser drei Grunderfahrungen sollen die Schülerinnen und Schüler Mathematik als kulturelles und geistiges **Produkt** erleben, aber ebenso als lebendigen **Prozess** der Auseinandersetzung mit gehaltvollen Problemen.

## 2.2 Fachbezogene Kompetenzen

Die Kompetenzbereiche im Fach Mathematik haben folgende Struktur:

Allgemeine mathematische Kompetenzen	Leitideen
 Mathematisch argumentieren [K1]	 Algorithmus und Zahl [L1]
 Probleme mathematisch lösen [K2]	 Messen [L2]
 Mathematisch modellieren [K3]	 Raum und Form [L3]
 Mathematische Darstellungen verwenden [K4]	 Funktionaler Zusammenhang [L4]
 Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen [K5]	 Daten und Zufall [L5]
 Mathematisch kommunizieren [K6]	

Der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II im Land Berlin im Fach Mathematik erfolgt auf grundlegendem (Grundkursfach) und erhöhtem Anforderungsniveau (Leistungskursfach).

	Grundkursfach	Leistungskursfach
<b>Leitideen</b>	Der Umfang an mathematischen Inhalten stellt Grundkenntnisse bereit. Diese sind in den Leitideen ausgewiesen.	Es wird ein größerer Umfang an mathematischen Inhalten behandelt, die in den Leitideen explizit ausgewiesen sind, hierzu gehört insbesondere auch ein erhöhter Komplexitäts-, Vertiefungs-, Präzisions- und Formalisierungsgrad.
<b>Anforderungsbereiche bzgl. allgemeiner mathematischer Kompetenzen</b>	Der Schwerpunkt der zu erbringenden Prüfungsleistungen liegt im Anforderungsbereich II. Darüber hinaus sind die Anforderungsbereiche I und III zu berücksichtigen. Im Prüfungsfach auf grundlegendem Anforderungsniveau sind die Anforderungsbereiche I und II stärker zu akzentuieren.	Der Schwerpunkt der zu erbringenden Prüfungsleistungen liegt im Anforderungsbereich II. Darüber hinaus sind die Anforderungsbereiche I und III zu berücksichtigen. Im Prüfungsfach auf erhöhtem Anforderungsniveau sind die Anforderungsbereiche II und III stärker zu akzentuieren.



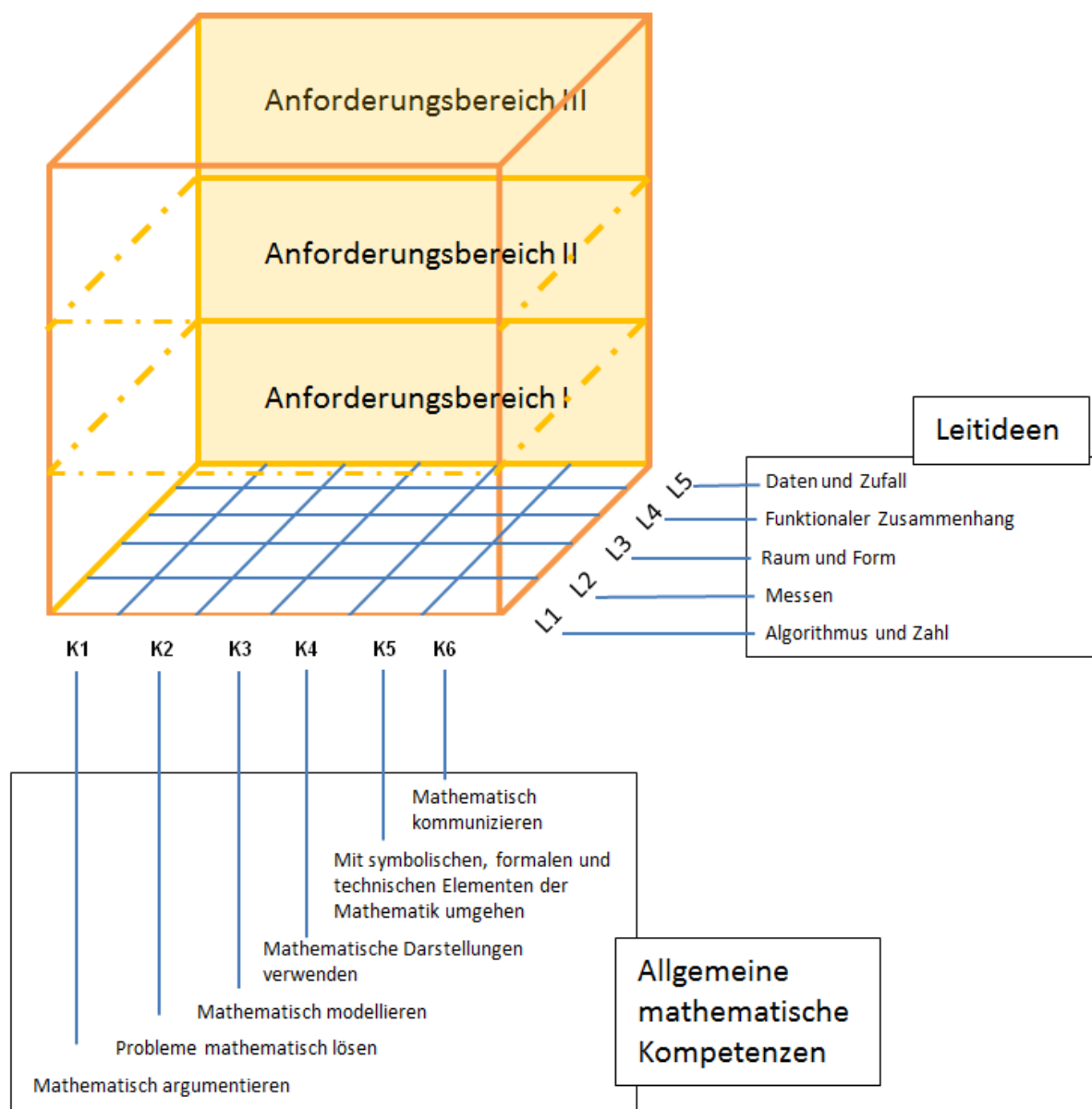


Abbildung: Das Kompetenzmodell der Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife

Der Erwerb der allgemeinen mathematischen Kompetenzen erfolgt nur durch eine aktive Auseinandersetzung mit den Fachinhalten durch die Lernenden. Die drei Anforderungsbereiche beschreiben dabei unterschiedliche kognitive Ansprüche von kompetenzbezogenen mathematischen Aktivitäten. Allgemeine mathematische Kompetenzen und Leitideen sind untrennbar miteinander verknüpft, d.h. die allgemeinen mathematischen Kompetenzen manifestieren sich in jedem einzelnen mathematischen Inhalt (in Abbildung 2.2.1 angedeutet).

Die grafische Darstellung basiert auf den Bildungsstandards zum Erwerb der allgemeinen Hochschulreife und schließt an die Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss an.

Man wird erst dann vom hinreichenden Erwerb einer allgemeinen mathematischen Kompetenz sprechen, wenn diese an ganz unterschiedlichen Leitideen in allen drei Anforderungsbereichen erfolgreich eingesetzt werden kann.

Im Unterricht ist für den Erwerb der Kompetenzen auf eine Vernetzung der Inhalte der Mathematik untereinander mit anderen Fächern zu achten. Aufgaben mit Anwendungen aus der Lebenswelt und innermathematische haben die gleiche Wichtigkeit und Wertigkeit.



## 3

## Eingangsvoraussetzungen und abschlussorientierte Standards

### 3.1 Eingangsvoraussetzungen

Um den Kompetenzerwerb in der Qualifikationsphase erfolgreich zu steuern, sollten die Schülerinnen und Schüler bereits zu Beginn der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe bestimmte fachliche Anforderungen bewältigen können. Diese sind in den Eingangsvoraussetzungen dargestellt. Den Schülerinnen und Schülern ermöglichen sie, sich ihres Leistungsstandes zu vergewissern. Die Lehrkräfte nutzen sie für differenzierende Lernarrangements sowie zur individuellen Lernberatung.

Die Bundesländer haben in den Bildungsstandards für den mittleren Bildungsabschluss im Fach Mathematik festgelegt, welche Kompetenzen von den Schülerinnen und Schülern am Ende der Jahrgangsstufe 10 erwartet werden. Darüber hinaus sollen die Schülerinnen und Schüler, die in die Qualifikationsphase eintreten, weitere Kompetenzen besitzen, die in der folgenden Darstellung mit aufgenommen sind. In den folgenden Eingangsvoraussetzungen findet sich also beides wieder.

#### 3.1.1 Eingangsvoraussetzungen bezüglich der allgemeinen mathematischen Kompetenzen



##### Mathematisch argumentieren [K1]

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erkunden mathematische Situationen und stellen Vermutungen auf,
- begründen die Plausibilität von Vermutungen oder widerlegen diese durch Angabe von Beispielen oder Gegenbeispielen,
- entwickeln ein- oder mehrschrittige, schlüssige Argumentationen zur Begründung mathematischer Aussagen,
- hinterfragen Argumentationen und Begründungen kritisch, finden und korrigieren Fehler.



##### Probleme mathematisch lösen [K2]

Die Schülerinnen und Schüler ...

- untersuchen Muster und Beziehungen bei Zahlen und Figuren und finden mögliche mathematische Problemstellungen,
- geben inner- und außermathematische Problemstellungen in eigenen Worten wieder, strukturieren sie und entnehmen ihnen die relevanten Größen,
- vereinfachen Probleme, bilden und untersuchen Beispiele,
- finden und nutzen geeignete Darstellungen und Hilfsgrößen (z. B. Hilfslinien, Zwischenergebnisse, Variablen),
- verwenden heuristische Strategien (wie z. B. Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten, Zeichnen einer informativen Figur, Zurückführen auf Bekanntes),
- reflektieren Lösungswege und überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen.



### Mathematisch modellieren [K3]

Die Schülerinnen und Schüler ...

- strukturieren und vereinfachen eine reale Situation, sodass diese mathematisch zugänglich wird, und reflektieren die Vereinfachungen,
- beschreiben reale Situationen mit mathematischen Modellen (Terme, Funktionen, Figuren, Diagramme, Graphen, Zufallsversuche u. a.),
- interpretieren und prüfen Ergebnisse einer Modellierung,
- überprüfen Modelle auf ihre Gültigkeit oder Grenzen und verwerfen oder verbessern sie gegebenenfalls,
- geben zu einem mathematischen Modell verschiedene Realsituationen, die es beschreibt, an.



### Mathematische Darstellungen verwenden [K4]

Die Schülerinnen und Schüler ...

- interpretieren verschiedene mathematische Darstellungen (verbale, numerische, grafische und symbolische),
- wählen je nach Situation und Zweck geeignete Darstellungsformen aus oder übersetzen zwischen ihnen,
- erkennen Beziehungen und reflektieren Unterschiede zwischen ihnen.



### Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen [K5]

Die Schülerinnen und Schüler ...

- verwenden Variablen, Terme, Gleichungen zum Strukturieren von Information, zum Modellieren und zum Problemlösen und übersetzen zwischen symbolischer und natürlicher Sprache,
- führen algorithmische Verfahren aus, reflektieren deren Anwendung und überprüfen die Ergebnisse,
- setzen mathematische Hilfsmittel und Werkzeuge (wie Formelsammlungen, Taschenrechner, Dynamische Geometriesoftware, Tabellenkalkulation und CAS) zur Darstellung und beim Problemlösen ein.



### Mathematisch kommunizieren [K6]

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erfassen und reflektieren mathematische Informationen in mathematikhaltigen Darstellungen und in nicht aufbereiteten, authentischen Texten (z. B. aus Zeitungen),
- stellen Zusammenhänge adressatengerecht mit eigenen Worten dar und präzisieren sie mit geeigneten Fachbegriffen,
- erläutern eigene Problembearbeitungen und Einsichten sowie mathematische Prozesse,
- dokumentieren Überlegungen, Lösungswege bzw. Ergebnisse, stellen diese verständlich dar und präsentieren sie auch unter Nutzung geeigneter Medien,
- organisieren die gemeinsame Arbeit an mathematischen Problemen.

### 3.1.2 Eingangsvoraussetzungen bezüglich inhaltsbezogener Kompetenzen (Leitideen)

1/2

#### Algorithmus und Zahl [L1]

Die Schülerinnen und Schüler ...

- stellen Zahlen der Situation angemessen als Brüche, Dezimalzahlen, Prozentzahlen und in Zehnerpotenzschreibweise dar und runden Dezimalzahlen sachgerecht,
- verwenden natürliche, ganze, gebrochene und reelle Zahlen zur Darstellung mathematischer Situationen und wenden diese zur Lösung von Problemen an,
- führen Rechnungen und Überschlagsrechnungen im Kopf durch und nutzen Rechengesetze zum vorteilhaften Rechnen,
- erläutern und reflektieren die Verwendung von negativen Zahlen und die Eigenschaften von irrationalen Zahlen an Beispielen,
- beschreiben und reflektieren ein Verfahren zur Einschachtelung einer irrationalen Zahl ( $\sqrt{2}$  oder  $\pi$ ).



#### Messen [L2]

Die Schülerinnen und Schüler ...

- messen Strecken und Winkel,
- berechnen Flächeninhalt und Umfang von zusammengesetzten Figuren, Volumen und Oberfläche von Prismen, Pyramiden, Kegeln und Kugeln sowie von zusammengesetzten Körpern,
- bestimmen Flächeninhalt und Umfang von krummlinig begrenzten Figuren näherungsweise,
- bestimmen und deuten mittlere Änderungsraten in Tabellen und Graphen sowie lokale Änderungsraten zeichnerisch,
- beschreiben und interpretieren qualitativ das Änderungsverhalten eines Funktionsgraphen durch eine Skizze des Graphen der zugehörigen Änderungsrate und begründen den Verlauf.
- bestimmen Steigungen von beliebigen Funktionsgraphen zeichnerisch.



#### Raum und Form [L3]

Die Schülerinnen und Schüler ...

- klassifizieren geometrische Objekte unter Verwendung von Ober- und Unterbegriffen und den definierenden Eigenschaften,
- berechnen Größen und begründen Eigenschaften von Figuren mithilfe von Symmetrie, einfachen Winkelsätzen, Kongruenz, Ähnlichkeit, trigonometrischen Beziehungen, dem Satz des Thales und dem Satz des Pythagoras,
- nutzen das Prinzip von Cavalieri (Scherung), um Flächen- und Volumenformeln zu begründen.



### Funktionaler Zusammenhang [L4]

Die Schülerinnen und Schüler ...

- wechseln zwischen unterschiedlichen Darstellungen quadratischer Funktionen, u.a. als Produkt von Linearfaktoren,
- charakterisieren und interpretieren die Verläufe der Funktionen  $f(x) = \sin x$ ,  $f(x) = \cos x$ ,  $f(x) = a^x$ ,  $f(x) = \log_a x$  und beschreiben Anwendungssituationen für diese Funktionen,
- beschreiben qualitativ das Änderungsverhalten eines Funktionsgraphen durch eine Skizze der Änderungsfunktion und begründen den Verlauf,
- verwenden Winkelmaße in Grad- und Bogenmaß und interpretieren diese auch über den Vollwinkel hinaus,
- geben zeichnerisch und rechnerisch Umkehrfunktionen zu linearen Funktionen, Potenz- und Wurzelfunktionen und zu Exponentialfunktionen an und beschreiben damit reale Situationen,
- identifizieren proportionale, umgekehrt proportionale, lineare und quadratische Zusammenhänge in tabellarischer, grafischer und symbolischer Darstellung, wechseln zwischen den Darstellungsformen und verwenden sie zur Lösung von Anwendungsproblemen,
- verwenden Prozentdarstellungen, Potenzen, Wurzeln und Logarithmen zur Lösung inner- und außermathematischer Probleme.



### Daten und Zufall [L5]

Die Schülerinnen und Schüler ...

- planen statistische Erhebungen, nutzen Methoden der Erfassung und Darstellung von Daten (Säulen- und Kreisdiagramme) und bewerten Darstellungen kritisch,
- bestimmen relative Häufigkeiten, Mittelwerte (arithmetisches Mittel, Median, Modalwert) sowie Streumaße (z.B. Spannweite) und interpretieren diese,
- wenden das empirische Gesetz der großen Zahlen an,
- bestimmen Wahrscheinlichkeiten mithilfe von Laplace-Regel, Baumdiagrammen sowie Pfadregeln und wenden diese an,
- nutzen Häufigkeiten zum Schätzen von Wahrscheinlichkeiten und Wahrscheinlichkeiten zur Vorhersage von Häufigkeiten,
- nutzen Binomialkoeffizienten und Fakultäten zur Berechnung von Wahrscheinlichkeiten in Anwendungskontexten.

## 3.2 Abschlussorientierte Standards

### 3.2.1 Standards zu den allgemeinen mathematischen Kompetenzen

Für das Fach Mathematik werden auch in den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife sechs allgemeine mathematische Kompetenzen unterschieden, die das Spektrum mathematischen Arbeitens in der Sekundarstufe II in hinreichender Breite erfassen. Es ist charakteristisch, dass mehrere dieser Kompetenzen im Verbund benötigt werden. Eine scharfe Abgrenzung der einzelnen Kompetenzen ist nicht möglich.

Im Folgenden werden die sechs allgemeinen mathematischen Kompetenzen näher beschrieben, insbesondere auch durch ihre jeweiligen Ausprägungen in den drei Anforderungsbereichen. Diese Kompetenzen sind immer untrennbar mit den – in den Leitideen konkretisierten – mathematischen Inhalten verbunden. Die Beschreibung gilt sowohl für das Grundkursfach als auch für das Leistungskursfach.

Die folgenden Standards sind aus den Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife der KMK übernommen.



#### Mathematisch argumentieren [K1]

Zu dieser Kompetenz gehören sowohl das Entwickeln eigenständiger, situationsangemessener mathematischer Argumentationen und Vermutungen als auch das Verstehen und Bewerten gegebener mathematischer Aussagen. Das Spektrum reicht dabei von einfachen Plausibilitätsargumenten über inhaltlich-anschauliche Begründungen bis zu formalen Beweisen. Typische Formulierungen, die auf die Kompetenz des Argumentierens hinweisen, sind beispielsweise „Begründen Sie.“, „Widerlegen Sie.“, „Gibt es?“ oder „Gilt das immer?“.

Die drei Anforderungsbereiche zu dieser Kompetenz lassen sich wie folgt beschreiben:

**Anforderungsbereich I:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- Routineargumentationen (bekannte Sätze, Verfahren, Herleitungen usw.) wiedergeben und anwenden,
- einfache rechnerische Begründungen geben oder einfache logische Schlussfolgerungen ziehen,
- Argumentationen auf der Basis von Alltagswissen führen.

**Anforderungsbereich II:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- überschaubare mehrschrittige Argumentationen und logische Schlüsse nachvollziehen, erläutern oder entwickeln.

**Anforderungsbereich III:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- Beweise und anspruchsvolle Argumentationen nutzen, erläutern oder entwickeln,
- verschiedene Argumente nach Kriterien wie Reichweite und Schlüssigkeit bewerten.

**Probleme mathematisch lösen [K2]**

Diese Kompetenz beinhaltet, ausgehend vom Erkennen und Formulieren mathematischer Probleme, das Auswählen geeigneter Lösungsstrategien sowie das Finden und das Ausführen geeigneter Lösungswege. Das Spektrum reicht von der Anwendung bekannter bis zur Konstruktion komplexer und neuartiger Strategien. Heuristische Prinzipien, wie z. B. „Skizze anfertigen“, „systematisch probieren“, „zerlegen und ergänzen“, „Symmetrien verwenden“, „Extremalprinzip“, „Invarianten finden“ sowie „vorwärts und rückwärts arbeiten“, werden gezielt ausgewählt und angewendet.

Die drei Anforderungsbereiche zu dieser Kompetenz lassen sich wie folgt beschreiben:

**Anforderungsbereich I:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- einen Lösungsweg einer einfachen mathematischen Aufgabe durch Identifikation und Auswahl einer naheliegenden Strategie, z. B. durch Analogiebetrachtung, finden.

**Anforderungsbereich II:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- einen Lösungsweg zu einer Problemstellung, z. B. durch ein mehrschrittiges, strategiegestütztes Vorgehen, finden.

**Anforderungsbereich III:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- eine Strategie zur Lösung eines komplexeren Problems, z. B. zur Verallgemeinerung einer Schlussfolgerung, durch Anwenden mehrerer Heuristiken oder zur Beurteilung verschiedener Lösungswege, entwickeln und anwenden.

**Mathematisch modellieren [K3]**

Hier geht es um den Wechsel zwischen Realsituationen und mathematischen Begriffen, Resultaten oder Methoden. Hierzu gehört sowohl das Konstruieren passender mathematischer Modelle als auch das Verstehen oder Bewerten vorgegebener Modelle. Typische Teilschritte des Modellierens sind das Strukturieren und Vereinfachen gegebener Realsituationen, das Übersetzen realer Gegebenheiten in mathematische Modelle, das Interpretieren mathematischer Ergebnisse in Bezug auf Realsituationen und das Überprüfen von Ergebnissen im Hinblick auf Stimmigkeit und Angemessenheit bezogen auf die Realsituation. Das Spektrum reicht von Standardmodellen (z. B. bei linearen Zusammenhängen) bis zu komplexen Modellierungen.

Die drei Anforderungsbereiche zu dieser Kompetenz lassen sich wie folgt beschreiben:

**Anforderungsbereich I:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- vertraute und direkt erkennbare Modelle anwenden,
- eine Realsituation direkt in ein mathematisches Modell überführen,
- ein mathematisches Resultat auf eine gegebene Realsituation übertragen.

**Anforderungsbereich II:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- mehrschrittige Modellierungen mit wenigen und klar formulierten Einschränkungen vornehmen,
- Ergebnisse einer solchen Modellierung interpretieren,
- ein mathematisches Modell an veränderte Umstände anpassen

**Anforderungsbereich III:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- eine komplexe Realsituation modellieren, wobei Variablen und Bedingungen festgelegt werden müssen,
- mathematische Modelle im Kontext einer Realsituation überprüfen, vergleichen und bewerten.



### Mathematische Darstellungen verwenden [K4]

Diese Kompetenz umfasst das Auswählen geeigneter Darstellungsformen, das Erzeugen mathematischer Darstellungen und das Umgehen mit gegebenen Darstellungen. Hierzu zählen Diagramme, Graphen und Tabellen ebenso wie Formeln. Das Spektrum reicht von Standarddarstellungen – wie Wertetabellen – bis zu eigenen Darstellungen, die dem Strukturieren und Dokumentieren individueller Überlegungen dienen und die Argumentation und das Problemlösen unterstützen.

Die drei Anforderungsbereiche zu dieser Kompetenz lassen sich wie folgt beschreiben:

**Anforderungsbereich I:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- Standarddarstellungen von mathematischen Objekten und Situationen anfertigen und nutzen.

**Anforderungsbereich II:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- gegebene Darstellungen verständlich interpretieren oder verändern,
- zwischen verschiedenen Darstellungen wechseln.

**Anforderungsbereich III:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- mit unvertrauten Darstellungen und Darstellungsformen sachgerecht und verständlich umgehen,
- eigene Darstellungen problemadäquat entwickeln,
- verschiedene Darstellungen und Darstellungsformen zweckgerichtet beurteilen.



### Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen [K5]

Diese Kompetenz beinhaltet in erster Linie das Ausführen von Operationen mit mathematischen Objekten wie Zahlen, Größen, Variablen, Termen, Gleichungen und Funktionen sowie Vektoren und geometrischen Objekten. Das Spektrum reicht hier von einfachen und überschaubaren Routineverfahren bis hin zu komplexen Verfahren einschließlich deren reflektierender Bewertung. Diese Kompetenz beinhaltet auch Faktenwissen und grundlegendes Regelwissen für ein zielgerichtetes und effizientes Bearbeiten von mathematischen Aufgabenstellungen, auch mit eingeführten Hilfsmitteln und digitalen Mathematikwerkzeugen.

Die drei Anforderungsbereiche zu dieser Kompetenz lassen sich wie folgt beschreiben:

**Anforderungsbereich I:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- elementare Lösungsverfahren verwenden,
- Formeln und Symbole direkt anwenden,
- mathematische Hilfsmittel und digitale Mathematikwerkzeuge direkt nutzen.

**Anforderungsbereich II:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- formale mathematische Verfahren anwenden,
- mit mathematischen Objekten im Kontext umgehen,
- mathematische Hilfsmittel und digitale Mathematikwerkzeuge je nach Situation und Zweck gezielt auswählen und effizient einsetzen.

**Anforderungsbereich III:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- komplexe Verfahren durchführen,
- verschiedene Lösungs- und Kontrollverfahren bewerten,
- die Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Verfahren, Hilfsmittel und digitaler Mathematikwerkzeuge reflektieren.





## Mathematisch kommunizieren [K6]

Zu dieser Kompetenz gehören sowohl das Entnehmen von Informationen aus schriftlichen Texten, mündlichen Äußerungen oder sonstigen Quellen als auch das Darlegen von Überlegungen und Resultaten unter Verwendung einer angemessenen Fachsprache. Das Spektrum reicht von der direkten Informationsentnahme aus Texten des Alltagsgebrauchs bzw. vom Aufschreiben einfacher Lösungswege bis hin zum sinnentnehmenden Erfassen fachsprachlicher Texte bzw. zur strukturierten Darlegung oder Präsentation eigener Überlegungen. Sprachliche Anforderungen spielen bei dieser Kompetenz eine besondere Rolle.

Die drei Anforderungsbereiche zu dieser Kompetenz lassen sich wie folgt beschreiben:

**Anforderungsbereich I:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- einfache mathematische Sachverhalte darlegen,
- Informationen aus kurzen Texten mit mathematischem Gehalt identifizieren und auswählen, wobei die Ordnung der Informationen im Text die Schritte der mathematischen Bearbeitung nahelegt.

**Anforderungsbereich II:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- mehrschrittige Lösungswege, Überlegungen und Ergebnisse verständlich darlegen,
- Äußerungen (auch fehlerhafte) anderer Personen zu mathematischen Aussagen interpretieren,
- mathematische Informationen aus Texten identifizieren und auswählen, wobei die Ordnung der Informationen nicht unmittelbar den Schritten der mathematischen Bearbeitung entsprechen muss.

**Anforderungsbereich III:** Die Schülerinnen und Schüler können ...

- eine komplexe mathematische Lösung oder Argumentation widerspruchsfrei und vollständig darlegen oder präsentieren,
- mathematische Fachtexte sinnentnehmend erfassen,
- mündliche und schriftliche Äußerungen mit mathematischem Gehalt von anderen Personen miteinander vergleichen, sie bewerten und ggf. korrigieren.




### 3.2.2 Standards zu den inhaltsbezogenen Kompetenzen (Leitideen)


Die Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife beschreiben den Zusammenhang zwischen den allgemeinen mathematischen Kompetenzen und den Leitideen folgendermaßen:


Die Bewältigung mathematischer Problemsituationen erfordert das permanente Zusammenspiel von prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen. Insofern sind die folgenden – in der Sekundarstufe II verbindlichen – Inhalte immer im Kontext allgemeiner mathematischer Kompetenzen und deren Anforderungsbereichen zu sehen. Unter „Inhalten“ werden dabei insbesondere auch adäquate Grundvorstellungen verstanden, die ein Verständnis dieser Inhalte erst konstituieren. Die inhaltsbezogenen Kompetenzen werden jeweils übergreifenden Leitideen zugeordnet, die nicht auf bestimmte klassische mathematische Themenbereiche (Analysis, Lineare Algebra & Analytische Geometrie, Stochastik) begrenzt sind. Die Leitideen tragen damit zur Vernetzung dieser traditionellen klassischen Sachgebiete bei.

Bei allen Leitideen wird zuerst ein inhaltlicher Kernbereich beschrieben, der das *grundlegende* Anforderungsniveau (Grundkursfach und Leistungskursfach) charakterisiert. Danach werden die *zusätzlichen* Inhalte für das *erhöhte* Anforderungsniveau (zusätzlich im Leistungskursfach) aufgeführt.


<b>1/2</b>	<b>Algorithmus und Zahl [L1]</b>	
<p>Diese Leitidee verallgemeinert zum einen den Zahlbegriff der Sekundarstufe I zu Tupeln einschließlich zugehöriger Operationen. Die Leitidee erweitert zum anderen die Vorstellungen von den reellen Zahlen durch Approximationen mittels infinitesimaler Methoden. Weiter umfasst die Leitidee die Kenntnis, das Verstehen und das Anwenden mathematischer Verfahren, die prinzipiell automatisierbar und damit einer Rechnernutzung zugänglich sind.</p> <p>Die darauf bezogenen mathematischen Sachgebiete der Sekundarstufe II sind die Anfänge der <i>Analysis</i> und die <i>Lineare Algebra</i>.</p>		
Grundkursfach und Leistungskursfach		
<p>Die Schülerinnen und Schüler können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geeignete Verfahren zur Lösung von Gleichungen und Gleichungssystemen auswählen,</li> <li>• Grenzwerte (von Zahlenfolgen und Funktionen) auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs insbesondere bei der Bestimmung von Ableitung und Integral nutzen,</li> <li>• ein algorithmisches Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme erläutern und es anwenden,</li> <li>• einfache Sachverhalte mit Tupeln (Listen, Vektoren) oder Matrizen (Koeffizientenmatrizen, Tabellen) beschreiben.</li> </ul>		<p>Q1</p> <p>Q1/2</p> <p>Q3</p> <p>Q3</p>

 <b>Messen [L2]</b>	
<p>Diese Leitidee erweitert das Bestimmen und Deuten von Größen aus der Sekundarstufe I um infinitesimale, numerische und analytisch-geometrische Methoden. Dies betrifft sowohl funktionale Größen wie Änderungsraten und (re-)konstruierte Bestände als auch Größen im Koordinatensystem wie Winkel, Längen, Flächeninhalte und Volumina. Weiter umfasst die Leitidee stochastische Kenngrößen, die als Ergebnisse von Messprozessen im weiteren Sinne aufgefasst werden.</p> <p>Die darauf bezogenen mathematischen Sachgebiete der Sekundarstufe II sind die <i>Analysis</i>, die <i>Analytische Geometrie</i> und die <i>Stochastik</i>.</p>	
Grundkursfach und Leistungskursfach	
<p>Die Schülerinnen und Schüler können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Streckenlängen und Winkelgrößen im Raum auch mithilfe des Skalarprodukts bestimmen,</li> <li>• Abstände zwischen Punkten und Ebenen bestimmen,</li> <li>• Sekanten- und Tangentensteigungen an Funktionsgraphen bestimmen,</li> <li>• Änderungsraten berechnen und deuten,</li> <li>• Inhalte von Flächen, die durch Funktionsgraphen (ganzrationale Funktionen, e-Funktion) begrenzt sind, bestimmen,</li> <li>• Bestände aus Änderungsraten und Anfangsbestand berechnen,</li> <li>• Lage- und Streumaße einer Stichprobe bestimmen und deuten,</li> <li>• Erwartungswert und Standardabweichung diskreter Zufallsgrößen (am Beispiel der Binomialverteilung) bestimmen und deuten.</li> </ul>	<p>Q3 Q3 Q1 Q1 Q2 Q2 Q2</p>
Zusätzlich: Leistungskursfach	
<p>Die Schülerinnen und Schüler können darüber hinaus ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte von Flächen, die durch Funktionsgraphen begrenzt sind, bestimmen (ggf. näherungsweise),</li> <li>• Erwartungswert und Standardabweichung diskreter Zufallsgrößen bestimmen und deuten,</li> <li>• Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen bestimmen,</li> <li>• das Volumen von Körpern bestimmen, die durch Rotation um die Abszissenachse entstehen.</li> </ul>	<p>Q2/4 Q2 Q3 Q4</p>

 <b>Raum und Form [L3]</b>	
<p>Diese Leitidee ist auf die Weiterentwicklung des räumlichen Vorstellungsvermögens aus der Sekundarstufe I gerichtet. Sie beinhaltet den Umgang mit Objekten im Raum. Es geht hier sowohl um Eigenschaften und Beziehungen dieser Objekte als auch um Darstellungen mit geeigneten Hilfsmitteln einschließlich Geometriesoftware.</p> <p>Das zugehörige mathematische Sachgebiet der Sekundarstufe II ist die <i>Analytische Geometrie</i>.</p>	
Grundkursfach und Leistungskursfach	
<p>Die Schülerinnen und Schüler können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geometrische Sachverhalte in Ebene und Raum koordinatisieren (geometrische Interpretation von Gleichungssystemen und ihrer Lösungen) und im Koordinatensystem darstellen,</li> <li>• elementare Operationen mit geometrischen Vektoren ausführen und Vektoren auf Kollinearität untersuchen,</li> <li>• das Skalarprodukt geometrisch deuten,</li> <li>• Vektoren beim Arbeiten mit geradlinig bzw. ebenflächig begrenzten geometrischen Objekten anwenden,</li> <li>• Geraden und Ebenen (Parameter-, Koordinaten und Normalenform) analytisch beschreiben und die Lagebeziehungen von Geraden (qualitativ) untersuchen (vgl. L2).</li> </ul>	<p>Q3</p> <p>Q3</p> <p>Q3</p> <p>Q3</p> <p>Q3</p>
Zusätzlich: Leistungskursfach	
<p>Die Schülerinnen und Schüler können darüber hinaus ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Lagebeziehungen (qualitativ und quantitativ) von Geraden und Ebenen (Gerade-Gerade, Gerade-Ebene, Ebene-Ebene) untersuchen.</li> </ul>	<p>Q3</p>

 <b>Funktionaler Zusammenhang [L4]</b>	
<p>Diese Leitidee ist darauf gerichtet, die funktionalen Vorstellungen aus der Sekundarstufe I mit Begriffen und Verfahren der elementaren Analysis zu vertiefen und den Funktionsbegriff durch vielfältige Beispiele zu erweitern, auch in stochastischen Kontexten. Es geht hier um funktionale Beziehungen zwischen Zahlen bzw. Größen sowie deren Darstellungen und Eigenschaften, auch unter Nutzung infinitesimaler Methoden und geeigneter Software.</p> <p>Die darauf bezogenen mathematischen Sachgebiete der Sekundarstufe II sind in erster Linie die <i>Analysis</i> und die <i>Stochastik</i>.</p>	
Grundkursfach und Leistungskursfach	
<p>Die Schülerinnen und Schüler können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die sich aus den Funktionen der Sekundarstufe I ergebenden Funktionsklassen (insb. ganzrationale Funktion, Exponentialfunktion) zur Beschreibung und Untersuchung quantifizierbarer Zusammenhänge nutzen,</li> <li>• in einfachen Fällen Verknüpfungen (additiv und multiplikativ) und Verkettungen von Funktionen (ganzrationale Funktion, Exponentialfunktion) zur Beschreibung quantifizierbarer Zusammenhänge nutzen,</li> </ul>	<p>Q1</p> <p>Q1</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Ableitung insbesondere als lokale Änderungsrate deuten,</li> <li>• Änderungsraten funktional beschreiben (Ableitungsfunktion) und interpretieren,</li> <li>• die Funktionen der Sekundarstufe I ableiten, auch unter Verwendung der Konstanten-, Potenz-, Faktor- und Summenregel,</li> <li>• die Produkt- und die Kettenregel (mit linearer innerer Funktion) zum Ableiten von Funktionen verwenden,</li> <li>• die Ableitung zur Bestimmung von Monotonie und Extrema (notwendige Bedingung und inhaltliche Begründungen für die Existenz) von Funktionen nutzen,</li> <li>• den Ableitungsgraphen aus dem Funktionsgraphen und umgekehrt entwickeln,</li> <li>• das bestimmte Integral deuten, insb. als (re-) konstruierten Bestand,</li> <li>• geometrisch anschaulich den Hauptsatz als Beziehung zwischen Ableitungs- und Integralbegriff begründen,</li> <li>• Funktionen (ganzrationale, Potenz- und Exponentialfunktionen) mittels Stammfunktionen integrieren,</li> <li>• Zufallsgrößen und Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Binomialverteilung) zur Beschreibung stochastischer Situationen nutzen.</li> </ul>	Q1 Q1 Q1 Q1 Q1 Q1 Q2 Q2 Q2 Q2
Zusätzlich: Leistungskursfach	
Die Schülerinnen und Schüler können darüber hinaus ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache Funktionen wie In-, Wurzel-, gebrochen rationale und trigonometrische Funktionen sowie Potenzfunktionen mit ganzzahligem Exponenten zur Beschreibung und Untersuchung quantifizierbarer Zusammenhänge nutzen,</li> <li>• in einfachen Fällen Verknüpfungen und Verkettungen sowie Scharen von Funktionen (zwei Funktionsklassen) zur Beschreibung quantifizierbarer Zusammenhänge nutzen,</li> <li>• die Ableitung mithilfe der Approximation durch lineare Funktionen deuten,</li> <li>• die Kettenregel zum Ableiten von Funktionen verwenden,</li> <li>• Ableitung zur Bestimmung von Extrema und Wendepunkten (notwendige Bedingung und hinreichende) von Funktionen nutzen,</li> <li>• die In-Funktion als Stammfunktion von <math>x \rightarrow \frac{1}{x}</math> und als Umkehrfunktion der e-Funktion nutzen,</li> <li>• Zufallsgrößen und Wahrscheinlichkeitsverteilungen zur Beschreibung stochastischer Situationen nutzen (insbesondere Binomial- und Normalverteilung).</li> </ul>	Q1 Q1 Q1 Q1 Q1 Q2 Q2/4

 <b>Daten und Zufall [L5]</b>	
<p>Diese Leitidee vernetzt Begriffe und Methoden zur Aufbereitung und Interpretation von statistischen Daten mit solchen zur Beschreibung und Modellierung von zufallsabhängigen Situationen. In Ausweitung und Vertiefung stochastischer Vorstellungen der Sekundarstufe I umfasst diese Leitidee insbesondere den Umgang mit mehrstufigen Zufallsexperimenten, die Untersuchung und Nutzung von Verteilungen sowie einen Einblick in Methoden der beurteilenden Statistik, auch mithilfe von Simulationen und unter Verwendung einschlägiger Software.</p> <p>Das darauf bezogene mathematische Sachgebiet der Sekundarstufe II ist die <i>Stochastik</i>.</p>	
Grundkursfach und Leistungskursfach	
<p>Die Schülerinnen und Schüler können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• exemplarisch statistische Erhebungen planen und auswerten,</li> <li>• Sachverhalte mithilfe von Baumdiagrammen oder Vierfeldertafeln (unter Verwendung der Grundbegriffe der Mengenlehre) untersuchen und damit Problemstellungen im Kontext bedingter Wahrscheinlichkeiten lösen,</li> <li>• Teilvorgänge mehrstufiger Zufallsexperimente auf stochastische Unabhängigkeit anhand einfacher Beispiele untersuchen,</li> <li>• Anwendungssituationen mithilfe von Urnenmodellen untersuchen,</li> <li>• die Binomialverteilung und ihre Kenngrößen (<math>n</math>, <math>p</math>, <math>k</math>) nutzen,</li> <li>• Simulationen zur Untersuchung stochastischer Situationen verwenden,</li> <li>• in einfachen Fällen aufgrund von Stichproben auf die Gesamtheit schließen (<math>k</math>-<math>\sigma</math>-Intervalle, Signifikanzbegriff).</li> </ul>	<p>Q2</p> <p>Q2</p> <p>Q2</p> <p>Q2</p> <p>Q2</p> <p>Q2</p>
Zusätzlich: Leistungskursfach	
<p>Die Schülerinnen und Schüler können darüber hinaus ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hypothesentests bei Binomialverteilungen interpretieren und die Unsicherheit (Fehler 1. und 2. Art) der Ergebnisse begründen,</li> <li>• exemplarisch diskrete und stetige Zufallsgrößen unterscheiden und die „Glockenform“ als Grundvorstellung von normalverteilten Zufallsgrößen nutzen,</li> <li>• stochastische Situationen untersuchen, die zu annähernd normalverteilten Zufallsgrößen führen.</li> </ul>	<p>Q4</p> <p>Q4</p> <p>Q4</p>

## 4

## Kompetenzentwicklung und Inhalte in den Kurshalbjahren

Jedes Kurshalbjahr ist auf den Kompetenzerwerb der Schülerinnen und Schüler und auf das Erreichen der abschlussorientierten Standards auszurichten. Für die inhaltliche Planung sind die Ausführungen in Kapitel 3.2 maßgeblich. Die Semesteraufteilung stimmt im Grundkursfach und im Leistungskursfach überein.

<b>1. Kurshalbjahr (Q1):</b>	<b>Analysis (Differentialrechnung)</b>
<b>2. Kurshalbjahr (Q2):</b>	<b>Analysis (Integralrechnung) Stochastik (Wahrscheinlichkeitsrechnung)</b>
<b>3. Kurshalbjahr (Q3):</b>	<b>Analytische Geometrie</b>
<b>4. Kurshalbjahr (Q4):</b>	<b>Analysis Stochastik komplexe Aufgabenstellungen</b>

### Analysis (Differentialrechnung) (Q1/Q4)

Die Grundbegriffe der Differentialrechnung entfalten sich bei der Arbeit mit konkreten Anwendungssituationen, in denen das Erfassen und Beschreiben von Veränderungen bei funktionalen Zusammenhängen im Mittelpunkt stehen. Als Untersuchungsgegenstände eignen sich numerisch gegebene, diskrete Prozesse (z. B. Messreihen eines Beschleunigungsvorganges), grafisch repräsentierte, qualitative Prozesse (z. B. Wasserstand in einem Stau-becken) oder auch symbolisch erfasste Prozesse (z. B. exponentielles Wachstum). Zentral ist dabei das Ziel, die mittlere und die lokale Änderungsrate als Größe numerisch zu erfassen.

Die Orientierung an Realsituationen bleibt durchgehendes Prinzip und liefert die Basis für ein breites Feld mathematischer Prozesse. So haben die Schülerinnen und Schüler bei der Arbeit mit Funktionen als konkrete Modellen zur Beschreibung realer Vorgänge besondere Gelegenheiten zu argumentieren („Warum ist der Zuwachs hier am größten?“), zu modellieren („Wie bewegt sich ein Läufer?“) und Probleme zu lösen („Wie müsste der Graph für die Geschwindigkeit aussehen?“). Der gezielte Wechsel zwischen den mathematischen Darstellungsarten (Graph, Tabelle, Term) wird als bewusste Problemlösestrategie genutzt.

Das Entwickeln von Ableitungsregeln dient in besonderer Weise dazu, innermathematische Strukturen und Verallgemeinerungen eigenständig aufzustellen. Dies geschieht im Sinne der zweiten Grunderfahrung, nach der Mathematik als geistige Schöpfung mit einer spezifischen Art der Erkenntnisgewinnung kennengelernt werden soll.

Die unter 3.2.2, „Leitidee: Funktionaler Zusammenhang“, genannten Funktionsklassen sind, in Form eines tiefgründig erarbeiteten Grundwissens, eine Ausgangsbasis für weitere Betrachtungen. Verknüpfungen verschiedener Funktionen (z. B. Verkettung mit linearen Funktionen oder ausgewählten Potenzfunktionen) erfolgen nur so weit, wie es für realitätsbezogene Aufgaben notwendig und für die Schülerinnen und Schüler nachvollziehbar ist. Entsprechende Verfahren der Differentialrechnung werden von den Lernenden strukturell erfasst, ausgeführt und zur Beschreibung der Eigenschaften von Funktionsgraphen genutzt. Die Schülerinnen und Schüler erwerben Kompetenzen zur systematischen Ermittlung von Eigenschaften und Grundvorstellungen über den Verlauf der Graphen der genannten Funktionsklassen. Diese Kompetenzen und Grundvorstellungen kommen bei der Modellierung von Realsituationen zur Anwendung.

### **Analysis (Integralrechnung) (Q2/Q4)**

Im Sinne einer vorstellungsorientierten Grundlegung wird der Integralbegriff in unterschiedlichen Anwendungssituationen als gemeinsames mathematisches Modell zum Erfassen verschiedener inner- und außermathematischer Problemstellungen entwickelt und schrittweise systematisiert. Zu diesen Problemen beim Einstieg gehören die Rekonstruktion von Beständen aus Änderungsraten oder das näherungsweise Bestimmen von Inhalten krummlinig begrenzter Flächen. Die Zielstellung der Präzisierung der numerischen Ergebnisse durch Verfeinerung der Schrittweite bietet die Grundlage für das Verstehen des Grenzprozesses, der zum Integralbegriff führt.

Nach Aneignung der notwendigen Grundbegriffe und Symbolik setzen sich die Schülerinnen und Schüler mit Eigenschaften bestimmter Integrale (Additivität der Grenzen, Faktorregel, Summenregel, Vorzeichenumkehr bei Vertauschen der Grenzen) auseinander. Das Erkennen der inhaltlichen Zusammengehörigkeit der grundlegenden Fragestellungen (Frage nach der Änderungsrate versus Frage nach dem Bestand) führt zum Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, der auch dazu dient, bestimmte Integrale explizit berechnen zu können. Der Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung wird geometrisch anschaulich begründet und dazu genutzt, bestimmte Integrale als Flächenbilanz oder Flächen zwischen Funktionsgraphen auch in Anwendungskontexten zu berechnen. Entsprechend den Vorgaben im Kapitel 3.2.2 sind elementare Regelkenntnisse zur Bildung einer Stammfunktion erforderlich. Dabei ist es notwendig, dass die Schülerinnen und Schüler Strukturen von Funktionsgleichungen erfassen und beschreiben können. Sie erkunden den Zusammenhang zwischen Integration und Differentiation und können ihn an geeigneten Beispielen erläutern.

### **Analytische Geometrie (Q3)**

Die inhaltliche Gestaltung des Themengebietes ergibt sich vor allem aus den Leitideen „Raum und Form“ und „Messen“. Dem Grundgedanken der analytischen Geometrie nähert man sich durch konkrete Darstellungs-, Lage- oder Vermessungsprobleme, bei denen eine Koordinatisierung notwendig wird.

Für die analytische Beschreibung komplexerer linearer Gebilde (Geraden, Ebenen, aber auch Strecken und Vielecke) wird der Vektorbegriff nützlich. Das symbolische Operieren mit Vektoren soll mit Bezug auf die geometrisch-anschaulichen Wirkungen erarbeitet werden. Ausgehend von elementargeometrischen oder realitätsbezogenen Fragestellungen werden die verschiedenen Formen einer Ebenengleichung (Parameterform, Koordinatenform, Normalenform) sinnvoll genutzt. Mit diesen Werkzeugen lassen sich nun realistische Probleme modellieren und bearbeiten (wie z. B. Projektionen oder Abstand von Flugbahnen).

Im Wechsel zwischen geometrischer Darstellung und analytischer Bearbeitung wird das Wissen an weiteren realistischen oder elementargeometrischen Problemen vertieft. Dabei werden Winkel-, Flächen- und Abstandsberechnungen in analytischer Schreibweise erarbeitet. Die im Unterricht zu entwickelnden Begriffe (z. B. lineare Abhängigkeit, lineare Unabhängigkeit, Linearkombination, Ortsvektor, Richtungsvektor, Skalarprodukt) werden theoretisch systematisiert. Ebenso systematisiert werden Grundkonzepte zur Untersuchung von Lagebeziehungen und Bestimmung von Abständen bzw. Winkelmaßen. Die systematischen Untersuchungsalgorithmen führen auch auf die Entwicklung von Verfahren der linearen Algebra hin. Hierbei gibt es vielfältige Anlässe für problemlösendes Arbeiten und mathematisches Argumentieren, wobei die Schülerinnen und Schüler lernen, elementargeometrische und realitätsbezogene Problemstellungen mithilfe von Koordinaten und Vektoren zu modellieren und die verfügbaren Algorithmen zur Problemlösung zu nutzen.



### **Stochastik (Wahrscheinlichkeitsrechnung, beurteilende Statistik) (Q2/Q4)**

Eine Erweiterung der Begriffe der beschreibenden Statistik ergibt sich aus der Notwendigkeit, die Ergebnisse von Erhebungen zu bewerten, einzuschätzen und für zukünftige Prognosen zu nutzen. Die Schülerinnen und Schüler nutzen sachgerecht Größen der Stochastik, um in zufallsbedingten Situationen zu argumentieren.

Bei der Beschreibung mathematischer Gesetzmäßigkeiten innerhalb der Stochastik werden zur Untersuchung von Ereignissen Grundbegriffe der Mengenlehre und deren Verknüpfungen genutzt. Dabei sollte die Vermittlung inhaltlicher Kompetenzen zu dieser Thematik nicht separat, sondern verknüpft mit den Themen der Stochastik erfolgen.

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen in Anwendungssituationen (z. B. Stichprobenauswahl aus einer Grundgesamtheit) mithilfe der Urnenmodelle („Ziehen ohne bzw. mit Zurücklegen“), welche Modellierung mittels einer stochastischen Verteilung sinnvoll ist. Sie nutzen diese ggf. in verschiedenen Darstellungen und lernen verschiedene Methoden der stochastischen Modellierung (Binomial- und hypergeometrische Verteilung) und der Argumentation kennen und wenden sie in verschiedenen Situationen an. Insbesondere entwickeln die Schülerinnen und Schüler ein inhaltliches Verständnis des Begriffs der stochastischen Unabhängigkeit.

Die Untersuchung von  $k$ - $\sigma$ -Intervallen bereitet ein inhaltliches Verständnis für die Idee des Hypothesentests vor. Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass ein Hypothesentest nicht zu einem sicheren Urteil führt. Für diesen Test können sie die Fehler 1. und 2. Art benennen und im Kontext deuten.

Das Simulieren (händisch, mittels Software) von Zufallsprozessen dient zum Sammeln von Erfahrungen mit dem Zufall, dem Überprüfen der Intuition und ggf. ihrer Korrektur und dem Schätzen von unbekanntem Wahrscheinlichkeiten. Durch die Zuhilfenahme geeigneter Software lassen sich umfangreiche Fallzahlen untersuchen, wobei der Wahrscheinlichkeitsbegriff durch Erkundung von Zufallsphänomenen (z. B. Gesetz der großen Zahlen) in Abhängigkeit von der Fallzahl vertieft wird.

### **Verwendung moderner Technologien**

Mit modernen Technologien sind computergestützte Hilfsmittel, also i. d. R. Software wie Computeralgebrasysteme (CAS), Tabellenkalkulationsprogramme und dynamische Geometriesoftware (DGS) gemeint. Bei ihrem konsequenten Einsatz im Mathematikunterricht erfährt die Kompetenzentwicklung spezifische Veränderungen.

Moderne Technologien ...

- erweitern die Möglichkeiten des explorierenden Arbeitens,
- generieren umfangreiche Gelegenheiten für experimentelles und heuristisches Arbeiten,
- ergeben Anlässe, Probleme durch Variation selbstständig zu untersuchen und zu lösen,
- erfordern die Reflexion über die Tauglichkeit und die Begrenzung ihres Einsatzes,
- erlauben die Arbeit mit ansonsten nicht behandelbaren realistischen und authentischen Realsituationen sowie mit umfangreichen Datenmengen,
- dynamisieren die Darstellungsmöglichkeiten und stärken das funktionale Denken,
- entlasten von langwierigen, kalkülorientierten Operationen (Integrieren, Lösen von , Gleichungssystemen u. v. a. m.),
- erlauben eine flexiblere und anschauliche Dokumentation und Präsentation von Lösungsprozessen und -ergebnissen,
- erlauben eine neue Sichtweise auf Kalküle als notwendiges Hintergrundverständnis,
- erlauben die numerische Verarbeitung großer Datenmengen und die konkrete Durchführung von Approximationsverfahren,
- ermöglichen die schnelle Darstellung räumlicher Konfigurationen und intuitiver Manipulationen (wie z. B. Drehen),



- dienen – auch im Verbund mit elektronischer Messwerterfassung – dazu, authentische Daten zu erheben und der mathematischen Analyse zur Verfügung zu stellen,
- machen ein grundlegendes Verständnis für die Idee des Algorithmus nötig und fördern dieses,
- können Modellierungen und Problemlösungen leicht veranschaulichen und besser überprüfbar machen,
- schaffen mehr Unterrichtszeit für das problemlösende Arbeiten, das Modellieren und das Interpretieren von Lösungen,
- ermöglichen die Untersuchung realitätsnaher Zufallsprozesse mit umfangreichen Fallzahlen.

## 5 Sonstige Regelungen

### 5.1 Jahrgangsübergreifender Unterricht

Jahrgangsübergreifende Leistungskurse können eingerichtet werden. Für einen Teil der Schülerinnen und Schüler ergibt sich die Reihenfolge Q3, Q4, Q1, Q2. In diesem Fall ist die Stochastik vollständig im Semester Q4 und die Analysis vollständig in den Semestern Q1 und Q2 zu unterrichten. Für neu einzurichtende jahrgangsübergreifende Leistungskurse ist hierauf bereits bei der Planung des ersten und zweiten Kurshalbjahres vor Beginn des jahrgangsübergreifenden Unterrichts zu achten. Für die Realisierung einer eigenen didaktischen Konzeption – z. B. bei einem Zugang zur Analysis über die Integralrechnung – ist es möglich, Inhalte der Kurse Q1 und Q2 auszutauschen.

### 5.2 Zusatzkurse

Neben den im folgenden dargestellten Zusatzkursen können weitere Grundkurse angeboten werden, deren Inhalte durch die Schulen entwickelt und durch die für das Schulwesen zuständige Senatsverwaltung genehmigt werden.

Folgende Kurse sind möglich:

- Zusatzkurse, in denen die Schülerinnen und Schüler ihre in den jeweiligen Grund- oder Leistungskursen erworbenen Kompetenzen vertiefen und erweitern,
- Seminarkurse, in denen sich Schülerinnen und Schüler auf eine fachübergreifende und fächerverbindende Prüfung im Rahmen einer Besonderen Lernleistung vorbereiten.

Zusatzkurse bieten andere Themen als die Grund- und Leistungskurse an. Für die Teilnahme an einigen der dargestellten Zusatzkurse sind Inhalte von bestimmten Grund- oder Leistungskursen Voraussetzung. Diese Zusatzkurse dürfen nicht vor dem Besuch der entsprechenden Grund- oder Leistungskurse belegt werden. Geringe Kenntnisunterschiede können im Verlauf des Unterrichts ausgeglichen werden.

Für die Zusatzkurse sind die Unterrichtsinhalte so global angegeben, dass zusätzlich zu dem didaktischen Freiraum auch ein großer inhaltlicher Gestaltungsspielraum gegeben und durch eigene Konzeptionen auszufüllen ist.

#### Kurs ma-Z1 Inzidenzgeometrie

- Axiomensystem über die Inzidenz von Punkten und Geraden
- Geometrische und isomorphe algebraische Modelle
- Unabhängigkeit, Vollständigkeit, Widerspruchsfreiheit

#### Kurs ma-Z2 Nichteuklidische Geometrie

- Hyperbolische Geometrie
- Modell der hyperbolischen Geometrie
- Konstruktionsaufgaben
- Klärung der Beziehungen zur absoluten Geometrie und zur euklidischen Geometrie
- Vergleich elementarer geometrischer Zusammenhänge in der euklidischen mit denen in der hyperbolischen Geometrie

**Kurs ma-Z3 Logik**

- Aussagen- und Prädikatenlogik
- Quantoren, Verknüpfungen bei Aussageformen, Mengendiagramme
- Logische Schlussformen

**Kurs ma-Z4 Zahlentheorie**

- Kongruenzen, Restklassen, Teilbarkeit
- Euklidischer Algorithmus, Darstellung des größten gemeinsamen Teilers zweier Zahlen als Vielfachsumme der beiden Zahlen
- FERMAT'scher Satz und Satz von EULER
- Perioden bei rationalen Zahlen

**Kurs ma-Z5 Numerische Mathematik**

Für diesen Kurs ist der Rechnereinsatz unerlässlich. Die Bewertung der Näherungsverfahren durch Fehlerabschätzungen und der kritische Umgang mit Rechnerergebnissen sind hier wesentliche Bestandteile numerischer Untersuchungen.

- Interpolation von Funktionen
- Approximation nach Tschebyschew
- Methode der kleinsten Quadrate
- Iterative Lösung eines linearen Gleichungssystems
- Differenzgleichungen

**Kurs ma-Z6 Differentialgleichungen**

- Lineare Differentialgleichungen erster Ordnung, Anwenden elementarer Lösungsverfahren für spezielle Differentialgleichungen
- Lineare Differentialgleichungen zweiter Ordnung mit konstanten Koeffizienten im homogenen und inhomogenen Fall
- Weitere spezielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung
- Anwendungen in der Physik, ungedämpfte und gedämpfte Schwingungen

**Kurs ma-Z7 Unendliche Reihen**

Dieser Kurs setzt Kenntnisse aus den Leistungskursen MA-1 und MA-2 voraus.

- Konvergente und divergente Reihen, Konvergenzkriterien, CAUCHY-Kriterium
- Potenzreihen
- TAYLOR-Reihen

### Kurs ma-Z8 Markowketten

Der Kurs setzt Kenntnisse aus der Stochastik voraus.

- Homogene MARKOWketten, endliche Zustandsräume (endliche MARKOWketten)
- Zustände und Übergangswahrscheinlichkeiten, Irrfahrtmodelle
- Darstellung der Übergangswahrscheinlichkeiten durch Graphen und Matrizen
- Grenzwahrscheinlichkeiten
- Anwendungen auf Probleme aus der Biologie, Physik und der Wirtschaftswissenschaft

### Kurs ma-Z9 Elemente der Funktionentheorie

- Komplexe Zahlen, GAUß'sche Zahlenebene, Polarkoordinaten
- Körperaxiome, Menge der komplexen Zahlen als Körper
- Algebraische und geometrische Darstellung sowie Rechenregeln komplexer Zahlen in Polarform
- Lineare und einfache nicht lineare Funktionen, Stetigkeit und Differenzierbarkeit, Übertragen der aus der reellen Analysis bekannten Begriffe und Zusammenhänge auf komplexe Funktionen
- Kreisbewegungen und Schwingungen, Verwenden von  $z(t) = z_0 \cdot e^{i\omega t}$  für periodische Vorgänge

### Kurs ma-Z10 Kegelschnitte in der analytischen Geometrie

- Doppelkegel in vektorieller Darstellung
- Schnitt eines Doppelkegels mit einer Koordinatenebene, Untersuchen von Kreis, Ellipse, Parabel und Hyperbel, Verknüpfen mit der Darstellung im zweidimensionalen Koordinatensystem
- Dandelinsche Kugeln

### Kurs ma-Z11 Pathologien in der Analysis

In diesem Kurs kann interessierten Schülerinnen und Schülern Gelegenheit gegeben werden, Gegenbeispiele für die Nicht-Umkehrbarkeit von Sätzen oder Beispiele für die Unverzichtbarkeit von Voraussetzungen in Sätzen in einer mathematischen Tiefe zu untersuchen, die aufgrund der Komplexität der zu betrachtenden Funktionen im Rahmen der regulären Unterrichtszeit nicht möglich ist.

- Monotonie und Beschränktheit
- Stetigkeit und Differenzierbarkeit
- Integrierbarkeit
- lokale und globale Eigenschaften von Funktionen
- Funktionen, die nirgends lokal beschränkt sind, Funktionen, die stetig und nirgends monoton sind, Funktionen die stetig und nirgends differenzierbar sind, periodische Funktionen, deren Summe nicht periodisch ist, Funktionen, deren Ableitungsfunktionen nicht integrierbar sind.

### Kurs ma-Z12 Einführung in die mehrdimensionale Differential- und Integralrechnung

Für die Teilnahme an diesem Kurs sind gute Kenntnisse aus der Analysis Voraussetzung.

- Kurven und Flächen im dreidimensionalen Raum
- Partielle Ableitungen, totales Differential, Gradient
- Analytische Darstellung von Kurven und Flächen in kartesischen Koordinaten, Zylinder- und Polarkoordinaten, zeichnerische Darstellung von Flächen durch ihre Höhenlinien mit der Gleichung  $z = f(x, y) = konst.$
- Anwendungen, z. B. das „Wandern“ auf einer Fläche entlang einer vorgegebenen Kurve, das Problem des Höhenunterschieds beim „Wandern“, das Problem des steilsten Anstiegs an einer Stelle und die Berechnung von Kräften im Potentialfeld, lokale Extrema und Extrema mit Nebenbedingungen,
- Linienintegral, Flächenintegral, Volumenintegral
- Anwendungen, z. B. das Volumen unterhalb eines Flächenstückes, der magnetische Fluss als Integral der Flussdichte, die Masse als Integral der Dichte und die Berechnung von Trägheitsmomenten

### 5.3 Fremdsprachiger Sachfachunterricht

Die zunehmende internationale Kooperation und der globale Wettbewerb verändern die Erwartungen an Lernende. Die Fähigkeit, Vorträge, Texte und Materialien zu einer Vielfalt von Themen in einer Fremdsprache verstehen und präsentieren zu können, wird an Hochschulen von den Studierenden ebenso erwartet wie in international agierenden Firmen und Wissenschaftsbetrieben von qualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Darüber hinaus ist im Kontext internationalen Zusammenwirkens die Bereitschaft zum interkulturell sensiblen Umgang miteinander von großer Bedeutung.

Neben der Ausrichtung des Fremdsprachenunterrichts auf interkulturelle Handlungsfähigkeit ermöglichen längere und kürzere Sachfach-Unterrichtssequenzen in der Fremdsprache den Lernenden, sich auf die neuen Herausforderungen in einer globalisierten Welt vorzubereiten. Vertiefend können sie dies an Schulen tun, in denen neben dem Fremdsprachenunterricht mindestens ein weiteres Fach in einer Fremdsprache unterrichtet wird.

Der Sachfachunterricht in der Fremdsprache erfolgt auf der Grundlage der Rahmenlehrpläne für die jeweiligen Unterrichtsfächer. Themen und Inhalte werden durch Festlegungen in schulinternen Curricula präzisiert und erweitert.

Bilinguale Züge und Schulen arbeiten in der gymnasialen Oberstufe auf der Grundlage besonderer Regelungen, die u. a. Festlegungen bezüglich der fremdsprachlich erteilten Unterrichtsfächer treffen. Auch für diese Fächer gelten die Rahmenlehrpläne der Berliner Schule mit den jeweiligen schulspezifischen Ergänzungen in Form von Unterrichtsplänen, die Elemente der jeweiligen Referenzkulturen einbeziehen.

Der Sachfachunterricht in der Fremdsprache bereichert und ergänzt den lebensnahen und effizienten Fremdsprachenunterricht. Er trägt zu einer erhöhten Fremdsprachenkompetenz bei, indem er die sprachlichen Lernprozesse des Fremdsprachenunterrichts fachspezifisch in den Bereichen Fachterminologie, Redemittel und Kommunikationsformen vertieft. Im fremdsprachlichen Sachfachunterricht arbeiten Schülerinnen und Schüler auf der Grundlage von authentischen Texten (im Sinne des erweiterten Textbegriffs), die sie unter Anleitung und selbstständig bearbeiten und auswerten. Sie lernen ihre Arbeitsergebnisse in der Fremdsprache zu präsentieren und üben sich im Kommunizieren über Inhalte der Sachfächer als Vorbereitung auf das Studium und die berufliche Tätigkeit in internationalen Kontexten. In Gruppenarbeitsphasen und in der Kommunikation mit Externen verhandeln sie erfolgreich in

der Fremdsprache. Die korrekte Sprachverwendung wird insbesondere unter dem Aspekt der erfolgreichen Kommunikation gefördert.

Der Sachfachunterricht in der Fremdsprache bietet in besonderer Weise die Möglichkeit zum fachübergreifenden und fächerverbindenden Lernen. Der Sachfachunterricht bezieht verstärkt Themenbeispiele, Sichtweisen und methodisch-didaktische Ansätze aus den jeweiligen Bezugskulturen ein. Auf diese Weise fördert er die multiperspektivische Auseinandersetzung mit fachspezifischen Zusammenhängen und damit die Reflexion und Neubewertung der eigenen Lebenswirklichkeit und der eigenen Wertvorstellungen. Die Vermittlung fachspezifischer Arbeitsweisen und Darstellungskonzeptionen der jeweiligen Bezugskultur ermöglicht eine aktive Teilnahme der Lernenden am internationalen Wissenschaftsdiskurs.

Die Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung erfolgt auf der Grundlage der für das jeweilige Sachfach festgelegten Bewertungskriterien.

## 6

## Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung im Fach Mathematik

Die Lehrkräfte entwickeln unter Beachtung der jeweils geltenden Rechtsverordnungen Kriterien für die Beurteilungen von Schülerinnen und Schülern. Diese Bewertungskriterien werden den Schülerinnen und Schülern zu Beginn eines Schulhalbjahres mitgeteilt und erläutert.

Beurteilungsgrundlagen in der gymnasialen Oberstufe im Fach Mathematik sind insb. die Beteiligungen am Unterrichtsgeschehen und an den Unterrichtsgesprächen sowie die Klausurarbeiten.

Weitere Instrumente zur Leistungsfeststellung können benotete schriftliche Lernerfolgskontrollen, schriftliche oder mündliche Hausaufgabenkontrollen, unterrichtsimmanente Hausaufgabenkontrollen, Prüfungsgespräche, Lerntagebücher, Portfolios und Schülerreferate sowie z. B. eine Beteiligung an Projekten, an Lernen durch Lehren oder an Rollenspielen sein.

Schriftliche Leistungsüberprüfungen, in denen die Aufgabenformate den strukturierten Anforderungen einer Prüfungsaufgabe genügen, bilden insbesondere im Hinblick auf die zentralen Abiturprüfungen einen wesentlichen Beurteilungsaspekt.

### 6.1 Die Mitarbeit im Unterricht

Die Mitarbeit während des Unterrichts und die Beteiligung am Unterrichtsgespräch haben einen hohen Stellenwert. Bei der schriftlichen und mündlichen Mitarbeit im Unterricht ist die Qualität der Beiträge in Inhalt und Argumentation entscheidend.

Im Leistungsfach- und auch im Grundkursfach ist der Grad der Exaktheit in der Verwendung der Fachsprache angemessen zu berücksichtigen.

Um die Mitarbeit der Schülerinnen und Schüler nicht zu hemmen, nehmen die Lernsituationen während des Unterrichts nicht den Charakter irreversibler Leistungssituationen an. In Erarbeitungsphasen, insbesondere in Brainstorming-, Vermutungs- oder Sammlungsphasen, und auch in Übungs- oder Sicherungsphasen wird eine von kurzfristigem Zensuren- und Druck unbeschwerte Teilnahme am Unterricht ermöglicht.

Die für die Bewertung einer Schülerin oder eines Schülers günstigen schriftlichen oder mündlichen Beiträge werden grundsätzlich berücksichtigt. Dabei wird auch der kritische Umgang mit Fehlern positiv einbezogen. Durch offene Aufgaben und durch Problemstellungen und deren selbständige Bearbeitung, in denen Schülerinnen und Schüler in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit Lösungswege diskutieren und zu Ergebnissen gelangen, ergeben sich Beobachtungen selbständiger Schülerarbeit, die bei der Bewertung berücksichtigt werden.

Über die Entwicklung der mathematischen Kompetenzen hinaus sollten auch die Personal- kompetenzen, Kommunikations- und Sozialkompetenzen in die Beurteilung einfließen.

Maßgebend für die Bewertung am Ende eines Schulhalbjahres ist der erreichte Kompetenzstand unter Berücksichtigung der Lern- und Leistungsentwicklung.

Unterrichtsbezogene Kontrollen von Hausaufgaben finden innerhalb des Unterrichtsgesprächs oder in Einzelberatung während dafür geeigneter Unterrichtsphasen statt.

## 6.2 Schriftliche Leistungsüberprüfungen

Die Klausuren sollen die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler überprüfen, Mathematik in vielfältigen, auch komplexeren Aufgaben im inner- und außermathematischen Bereich anzuwenden. Mit den Klausuren in den Grund- und Leistungskursen erfolgt auch eine Vorbereitung auf die schriftliche Prüfung im zentralen Abitur.

Zur Überprüfung der Lern-, Leistungs- und Kompetenzentwicklung können zusätzlich zu den Klausuren benotete schriftliche Lernerfolgskontrollen durchgeführt werden. Diese können der Kontrolle der individuellen Verfügbarkeit von Wissen und Können in einem begrenzten mathematischen Bereich dienen und nach dem Übergang in die Kursphase auch der Vorbereitung auf die erste Semesterklausur dienen. Über Anzahl und Umfang von schriftlichen Lernerfolgskontrollen in der Kursphase der gymnasialen Oberstufe kann die Fachkonferenz eine Empfehlung aussprechen.

Die schriftliche Hausaufgabenkontrolle ermöglicht ggf. eine Kontrolle der Bewältigung der Hausaufgaben sowie eine Bewertung.

Auch der mathematische Aufsatz kann z. B. als Hausaufgabe, als eine Aufgabe innerhalb von Klausuren oder in der Form einer schriftlichen Lernerfolgskontrolle durchgeführt werden.

## 6.3 Weitere Aspekte der Leistungsbewertung

In Referaten beschäftigen sich Schülerinnen und Schüler in Einzel- oder in Gruppenarbeit mit einem abgegrenzten Teilbereich der Mathematik. Eine schriftliche Vorlage sollte erstellt werden. Die Beurteilung eines Referats unterliegt Kriterien, die den Schülern vorher genannt werden müssen. Die Fachkonferenz kann Grundsätze empfehlen, wobei die Fähigkeit zur Präsentation angemessen berücksichtigt werden sollte.

Unter einem Portfolio versteht man eine zielgerichtete Sammlung von Schülerarbeiten, in denen die Schülerinnen und Schüler ihre eigenen, individuellen Lernfortschritte im Sinne von kumulativem Lernen dokumentieren und bewerten. Die Lehrerinnen und Lehrer können diese einsammeln und bewerten. Dabei sollten auch vertikale und horizontale Vernetzungen aufgezeigt werden.

In einem Lerntagebuch notieren die Schülerinnen und Schüler ihre persönlichen Auffassungen vom Unterrichtsgeschehen. Ihre Bewertung darf das Individuelle dieser Sammlung nicht unberücksichtigt lassen. Eine Korrektur sollte ggf. Gesprächsanlass sein, um mögliche Unstimmigkeiten oder Missverständnisse auszuräumen.

Projektorientiertes Lernen kann einen Höhepunkt im Unterricht darstellen. Entweder rein mathematische oder fachübergreifende Projekte bieten sich ggf. an. Bei fachübergreifenden Projekten gibt es die Möglichkeit des modularen Aufbaus (Fachgruppen bearbeiten das Thema unter fachspezifischen Aspekten) oder des integrierten Aufbaus (alle Projektgruppen bearbeiten das Thema unter Aspekten verschiedener Fächer). Der hohe Zeitaufwand in der häuslichen Arbeit ist bei der Projektbewertung und deren Gewichtung für die Halbjahresnote angemessen zu beachten.

In verschiedenen Ebenen wird das Lernen durch Lehren im Unterricht seine Anwendung finden. Es beginnt beim Helfen in Gruppen- und Partnerarbeit und geht über das interaktive Referat bis hin zu selbstgestalteten Unterrichtsstunden oder sogar -sequenzen. Je nach Leistungsvermögen können Schülerinnen und Schüler ihre unterschiedlichen Kompetenzen für die gesamte Lerngruppe einbringen.

Echte Rollenspiele dürften im Mathematikunterricht der Sekundarstufe II eher eine untergeordnete Bedeutung behalten. Es besteht aber z. B. die Möglichkeit, unterschiedliche Modelle zur Problemlösung kontrovers darzustellen.



