Die Gymnasiale Oberstufe im Land Bremen

Mathematik

Bildungsplan für die Gymnasiale Oberstufe

- Qualifikationsphase -

Die Senatorin für Bildung und Wissenschaft

Freie Hansestadt Bremen

Herausgeber
Die Senatorin für Bildung und Wissenschaft,
Rembertiring 8 – 12
28195 Bremen
http://www.bildung.bremen.de

Stand: 2008

Curriculumentwicklung
Landesinstitut für Schule
Abteilung 2 - Qualitätssicherung und Innovationsförderung
Am Weidedamm 20
28215 Bremen
Ansprechpartner: Wolfgang Löwer

Bezugsadresse: http://www.lis.bremen.de

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung

Der vorliegende Bildungsplan für das Fach Mathematik gilt für die Qualifikationsphase der Gymnasialen Oberstufe; er schließt an den Bildungsplan für die Jahrgangsstufen 5 bis 10 des gymnasialen Bildungsganges an.

Bildungspläne orientieren sich an Standards, in denen die erwarteten Lernergebnisse als verbindliche Anforderungen formuliert sind. In den Standards werden die Lernergebnisse durch fachbezogene Kompetenzen beschrieben, denen fachdidaktisch begründete Kompetenzbereiche zugeordnet sind.

Die Kompetenzbereiche setzen die Beschreibung aus den Jahrgangsstufen 5 bis 10 im Bildungsplan des gymnasialen Bildungsganges fort, es wird damit deutlich, dass der Mathematikunterricht im gesamten Bildungsgang einheitlichen Zielsetzungen genügt.

Die Eingangsvoraussetzungen für den Besuch von Leistungs- und Grundkursen Mathematik in der Qualifikationsphase sind mit den Standards, die für die Jahrgangsstufe 10 des Bildungsplans für den gymnasialen Bildungsgang beschrieben sind, verbindlich vorgegeben. Die Festlegungen beschränken sich auf die wesentlichen Kenntnisse und Fähigkeiten und die damit verbundenen Inhalte, die für den weiteren Bildungsweg unverzichtbar sind. Die vorliegenden Bildungspläne für die Qualifikationsphase der Gymnasialen Oberstufe beschreiben die Standards für das Ende des Bildungsganges und damit benennen sie die Anforderungen für die Abiturprüfung in den benannten Kompetenzbereichen.

Mit den Bildungsplänen werden durch die Standards die Voraussetzungen geschaffen, ein klares Anspruchsniveau an der Einzelschule und den Schulen der Freien Hansestadt Bremen zu schaffen. Gleichzeitig erhalten die Schulen Freiräume zur Vertiefung und Erweiterung der zu behandelnden Unterrichtsinhalte und damit zur thematischen Profilbildung, indem die Vorgaben der Bildungspläne sich auf die zentralen Kompetenzen beschränken.

1. Aufgaben und Ziele

Der Mathematikunterricht der Qualifikationsphase setzt den Prozess des Mathematiklernens als Ausbildung von prozessbezogenen und inhaltsbezogenen Kompetenzen aufbauend auf der Entwicklung von Kompetenzen in den Klassen 5 bis 10 fort. Die Schülerinnen und Schüler lernen in den drei Themenbereichen Analysis, Stochastik und Lineare Algebra / Analytische Geometrie unterschiedliche Arten mathematischer Theoriebildung mit spezifischen mathematischen Denkweisen, eigenen Fragestellungen und Phänomenen, besonderen Arten der Begriffsbildung, Darstellungsweisen und Anwendungsbereichen sowie Vernetzungsmöglichkeiten zwischen diesen Gebieten kennen.

Der Mathematikunterricht der Qualifikationsphase ist so gestaltet, dass Schülerinnen und Schüler ein ausgewogenes Bild von Mathematik in Hinblick auf Anwendungs-, Problemlöse- und Strukturorientierung entwickeln, und zwar durch die folgenden drei Grunderfahrungen:

1. 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,
2. 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,
3. in der Auseinandersetzung mit Aufgaben Problemlösefähigkeiten, die über die Mathematik hinausgehen, (heuristische Fähigkeiten) zu erwerben.

Die erste Grunderfahrung ist damit verbunden, sich die Welt durch mathematisches Modellieren zu erschließen. Dazu stellt die Analysis analytische, die Stochastik statistische und wahrscheinlichkeitstheoretische und die Lineare Algebra strukturelle Mittel zur Verfügung. Dabei werden inhaltliche Kompetenzen aus den Klassen 5 bis 10 aufgegriffen: in der Analysis funktionale Zusammenhänge, in der Stochastik der Umgang mit Daten und Zufall und in der Linearen Algebra/Analytischen Geometrie die Algebraisierung und Geometrisierung von Sachverhalten. Diese inhaltlichen Kompetenzen sollen in der gymnasialen Oberstufe vertieft, weitergeführt, ausgebaut und miteinander vernetzt werden, vor allem um "Erscheinungen der Welt" vertieft zu verstehen.

Die zweite Grunderfahrung weist darauf hin, dass Mathematik mit ihren Symbolen, Diagrammen, Bildern, Techniken und der ihr eigenen Fachsprache eine eigene Schöpfung darstellt, in der auf eine spezifische Weise argumentiert und kommuniziert wird, in der auf eine besondere Weise Begriffe gebildet werden und mit Begriffen und Verfahren umgegangen wird. Die Art des Argumentierens und Kommunizierens gewinnt durch die Inhalte der drei Themenbereiche der Qualifikationsphase eine für den jeweiligen Themenbereich spezifische Ausprägung. Der funktionale Zusammenhang als eine zentrale Idee für die Analysis ist eng verbunden mit der Idee der lokalen oder auch globalen Veränderung. Der Strukturgedanke der Linearen Algebra ist eng verzahnt mit dem vernetzten Aufbau eines formalen in unterschiedlichen Kontexten anwendbaren Begriffssystems. Die Analytische Geometrie setzt das algebraisch-symbolische Verarbeiten geometrischer Sachverhalte fort. Die Idee vom Arbeiten mit Daten und Zufall ist mit typischen und heute bedeutsamen Anwendungsbereichen eng verzahnt. Ist in den Klassen 5 bis 10 der angemessene Umgang mit Symbolen, Werkzeugen und Darstellungen noch an spezifische Inhalte gebunden, so wird dieser Kompetenzbereich in der Qualifikationsphase zu prozessbezogenen Kompetenzen ausgebaut, die am Ende der Qualifikationsphase allgemeiner zur Verfügung stehen.

Die dritte Grunderfahrung weist darauf hin, dass Mathematik generell als Problemlöseaktivität erfahren werden kann. Problemlösen hat in den Themenbereichen Analysis, Lineare Algebra / Analytische Geometrie und Stochastik seinen jeweils spezifischen Charakter und kann sowohl innermathematisch motiviert sein als auch durch realitätsbezogene Fragen angeregt und in Modellierungsprozesse eingebettet werden. In Problemlöseprozessen machen Lernende sich Fragestellungen zu eigen und bilden tragfähige Kompetenzen zur Nutzung von heuristischen Strategien und zur Planung, Ausführung und Reflexion von Problemlöseprozessen aus, in denen sie mathematische, technische und digitale Werkzeuge in Gebrauch nehmen.

Vernetzendes Lernen stellt in der Qualifikationsphase eine besondere Anforderung dar. Schülerinnen und Schüler lernen kontextbezogen und kumulativ, das heißt Gelerntes ist kontextabhängig und Kontextuelles wird mitgelernt. Deshalb werden im Unterricht vernetzende Kontexte gezielt gestaltet. Ein vernetzender Kontext wird hergestellt, indem zentrale Ideen, Methoden oder Sachverhalte aus unterschiedlichen Themenbereichen aufgegriffen und mit den drei Grunderfahrungen verzahnt auf einen innermathematischen oder realitätsbezogenen Sachkontext bezogen werden. Zu zentralen Ideen zählen z.B. Approximation, Iteration, funktionaler Zusammenhang, Algorithmus, Quantität, Optimierung und Symmetrie. Gestaltet wird eine kontextbezogene Lernumgebung durch paradigmatische Beispiele, die typisch sind für den Zugang zahlreicher Inhalte und Methoden des jeweiligen Themenbereichs und eine kontextbezogene Erschließung der jeweiligen Begriffe ermöglichen.

Aufgaben- und zielbezogenes Arbeiten in der Qualifikationsphase

In der Qualifikationsphase arbeiten die Schülerinnen und Schüler zunehmend selbstständig an mathematischen Fragen zu innermathematischen Zusammenhängen oder realen Sachverhalten. Sie nutzen digitale Medien als Instrumente zur Informationsbeschaffung einerseits und zur Erkundung von Fragestellungen andererseits. Die benannten prozessbezogenen und inhaltsbezogenen Kompetenzen können nur dann tiefgreifend entwickelt werden, wenn die Lernenden sich aktiv mit Mathematik auseinander setzen. Die wiederholte Aktualisierung und Weiterentwicklung von Kompetenzen in Verbindung mit den drei Grunderfahrungen schafft nicht nur Sicherheit im Umgang mit mathematischen Inhalten, sie ist auch Basis für jegliches Weiterlernen.

Stellen besonders leistungsfähige graphikfähige Taschenrechner oder Taschenrechner mit einem Computeralgebrasystem grundlegende Arbeitswerkzeuge dar, dann treten berechnende Tätigkeiten gegenüber verstehenden, begründenden und erklärenden Aktivitäten in ihrer Bedeutung zurück. Das drückt sich auch in der Entwicklung inhaltlicher und prozessbezogener Kompetenzen aus, z.B. dadurch, dass die Kenntnis einer Ableitungsregel nicht mehr durch formales Ableiten überprüft werden kann. Stattdessen könnten z.B. Herleitungsschritte von Ableitungsregeln begründet werden.

Grund- und Leistungskurse

Grund- und Leistungskurse unterscheiden sich nicht hinsichtlich der Art der zu entwickelnden Kompetenzen. In beiden Kursarten soll modelliert werden, sollen Probleme selbstständig bewältigt werden, soll ausgiebig mathematisch argumentiert und kommuniziert werden, sollen Symbole, Werkzeuge und Darstellungen sinnvoll genutzt werden. Die Unterscheidung zwischen Grund- und Leistungskursen besteht in der Ausprägung kompetenzorientierten Arbeitens. Das zeigt sich vor allem in spezifischen prozessbezogenen Kompetenzen. Schülerinnen und Schüler im Leistungskurs sollen die mathematischen Inhalte und Prozesse *inhaltlich* und *argumentativ tiefer durchdringen* als Grundkursschüler. Sie sollen *komplexere* Situationen bewältigen und mit mathematischen Fragen und Inhalten *reflektierter* umgehen können. Inhaltlich unterscheiden sich Leistungskurse von Grundkursen durch die Auseinandersetzung mit einer größeren Anzahl von Wahlmodulen, in denen anhand ausgewählter Themen eine solche Vertiefung erreicht werden soll.

2. Themen und Inhalte

Der Bildungsplan formuliert prozessbezogene Kompetenzen mit den entsprechenden Ausprägungen für Grund- und Leistungskurse. Diese gelten für alle Inhalte. Zu jedem Themenbereich sind inhaltsbezogene Grundkompetenzen formuliert. In Kernmodulen werden grundlegende inhaltsbezogene Kompetenzen erworben, in Wahlmodulen werden mathematische Inhalte an einem Themenbereich exemplarisch besonders tief durchdrungen und reflektiert. Zu jedem Themenbereich werden verpflichtend zwei Kernmodule in einem Umfang von jeweils ca. 10 bis 15 Stunden im Unterricht behandelt. Grundkurse behandeln mindestens einen weiteren und Leistungskurse mindestens zwei weitere Module im Umfang von jeweils ca. 6 bis 10 Stunden, die als Wahlmodule ausgewiesen werden. Die angegebene Sammlung solcher Wahlmodule im vorliegenden Bildungsplan stellt den Fachkonferenzen einen Auswahlkanon zur Verfügung. Die Fachkonferenz der Schule kann auch eigene profil- und schulprogrammbezogene Wahlmodule formulieren.

Wahlmodule werden von den Schulen hinsichtlich der Kompetenzbeschreibung und der zu behandelnden Inhalte selbst präzisiert. Die Fachkonferenzen entscheiden über die Auswahl und die Reihenfolge bzw. die methodische Ausgestaltung der zu behandelnden Module.

Im Themenbereich Analytischen Geometrie/ Lineare Algebra kann eines der beiden Themen als Schwerpunkt gewählt werden. Diese Schwerpunktsetzung drückt sich in der Auswahl der Module und Inhalte aus.

Die folgende Übersicht nennt die gemeinsamen verbindlichen Mindestthemen und -inhalte sowie mögliche Wahlthemen und -inhalte des Unterrichts in der Qualifikationsphase. Aus diesen Themen und Inhalten und aus weiteren als relevant erachteten Inhalten wird von der Fachkonferenz ein Schulcurriculum für die Qualifikationsphase festgelegt, das beschreibt, welche Inhalte wie, wodurch und in welchem Zeitrahmen zur Entwicklung der Kompetenzen behandelt werden. Dabei werden die Vernetzung der drei Gebiete der Qualifikationsphase und die Vernetzung mit den bereits vorhandenen Kompetenzen berücksichtigt.

Dieses schulinterne Curriculum ist für die jeweilige Schule verbindlich, soll aber Freiräume für individuelle Vorhaben einplanen.

Themen-bereiche	Inhalte
Analysis	• **Erweiterung der Grundlagen der Analysis** - Bestimmung besonderer Punkte im Funktionsverlauf von ganzrationalen Funktionen und Exponentialfunktionen [**LK:** und mindestens einer weiteren Funktionsklasse] - Bestimmung von Funktionstermen aus vorgegebenen Eigenschaften der Funktionsgraphen - Modellierung realitätsnaher Probleme (u. a. Wachstums- und Veränderungsprozesse) - Formales Differenzieren unter Beachtung entsprechender Regeln (z.B. Produkt-, Quotienten- oder Kettenregel) von o elementaren Funktionen, Potenzfunktionen auch mit negativen und rationalen Exponenten, e-Funktionen und o zusammengesetzten Funktionen: ganzrationalen Funktionen, e-Funktionen, u. ä. [**LK:** Ableitungsregel für Umkehrfunktionen, falls notwendig] • **Integralrechnung** - Anschauliche Deutung des Hauptsatzes der Integral- und Differentialrechnung [**LK:** tiefere Durchdringung und Reflexion des Beweises] - Berechnung bestimmter [**LK:** und unbestimmter] Integrale - formales Integrieren mit der Regel vom konstanten Faktor, der Summenregel (und gegebenenfalls linearer Substitution) bei elementaren Funktionen, von Potenzfunktionen auch mit negativen und rationalen Exponenten, e-Funktionen und einfachen zusammengesetzten Funktionen [**LK:** Produktintegration] - Interpretation des Integrals als Gesamteffekt (mit bilanzierender Betrachtungsweise) in unterschiedlichen Anwendungen, u. a. als Flächen- und Rauminhalte • **Funktionsklassen** - Unterscheidung unterschiedlicher Funktionsklassen (u. a. lineare Funktionen, quadratische Funktionen, Potenzfunktionen, ganzrationale Funktionen, …) [**LK:** Funktionsscharen] und deren Zuordnung zu unterschiedlichen Problemen - Exponentialfunktion zur Basis e und ihre Umkehrfunktion (natürlicher Logarithmus, nur im Zusammenhang mit dem Lösen von Gleichungen) [**LK:** Ableitung des natürlichen Logarithmus, mindestens eine weitere Funktionsklasse] • **Wahlthemen und -inhalte**: trigonometrische Funktionen und periodische Prozesse, gebrochen rationale Funktionen mit Polstellen, Asymptoten, …, Exponential- und Logarithmusfunktionen, Wachstums- und Zerfallprozesse, logistisches Wachstum, Optimierungsprobleme (Extremwertaufgaben), Näherungsverfahren (Taylorreihe, Intervallhalbierung, Newtonsches Näherungsverfahren, …), Parameterdarstellung unterschiedlicher Kurven, Funktionen mehrerer Variablen

Themen-bereiche	Inhalte
Lineare Algebra / Analytische Geometrie **(Auswahl aus dem Pflicht-kanon je nach Schwer-punkt)**	• **Matrizen und Vektoren als Datenspeicher** - Linearkombination von Vektoren als Verknüpfung von Pfeilklassen - "Rechnen mit Listen" zur Strukturierung unterschiedlichster Anwendungssituationen - Strukturelemente des Matrizenkalküls u.a. anhand von Codierungen und Teileverflechtungen, - Rechnen mit der Matrix-Matrix- und Matrix-Vektor-Multiplikation • **Lösen Linearer Gleichungssysteme (LGS)** - Gauß-Algorithmus (ohne Theoriebildung zur Lösbarkeit von LGS) - Zusammenhang von LGS und erweiterter Koeffizientenmatrix - Formale Darstellung der Lösungsmengen mit geometrischer Interpretation im $\mathbb{R}^2$ und $\mathbb{R}^3$. - [**LK:** formale Darstellung, Lösbarkeit] • **Iterative Prozesse** - Verflechtungen und Übergangsmatrizen mit Veranschaulichungen und Deutungen • **Vektoren in geometrischen Zusammenhängen** - Rechnen mit Vektoren als Pfeilklassen - Koordinatendarstellung in der Ebene und im Raum - Lineare Abhängigkeit und Unabhängigkeit von Vektoren - Parameterdarstellungen von Geraden und Ebenen - Schnittgebilde und Lagebeziehungen - Längen von Vektoren - [**LK:** Skalarprodukt zur Bestimmung von Winkeln und Längen von Vektoren]. - [**LK:** Funktionen in Abhängigkeit von zwei Variablen] • **Wahlthemen und -inhalte**: Skalarprodukt und Behandlung von Längen-, Winkel- und Abstandsproble-men, Normalenformen von Ebenen- und Geradengleichungen, Kreis und Tangente, Ellipse, Parabel, Kugel mit Kugelkoordinaten, Tangenten, Tangentialebenen, affine Abbildungen des $\mathbb{R}^2$ und deren Beschreibung mithilfe von Matrizen (z.B. Spiegelungen, Drehungen, Scherungen, Verschiebungen, zentrische Streckungen, … , inverse Matrizen), Projektionen, iterative Prozesse und deren Untersuchung mit Matrizen, Eigenwerte und Eigenvektoren, stochastische Matrizen, Markoff-Ketten, Berechnung einer stationären Verteilung, zyklische Matrizen, Populationsdynamik, Input-Output-Analysen, Verbindung zur Analysis über die vektorielle Darstellung von Funktionen mehrerer Veränderlicher

Themen-bereiche	**Inhalte**
Wahrschein-lichkeits-rechnung / Statistik	• **Erweiterung der Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung** - Baumdiagramme und Rechenregeln bei mehrstufigen Zufallsversuchen, speziell Bernoulli-Versuche - Analyse unterschiedlicher Zufallsexperimente und ihre Modellierung • **Zufallsgrößen und Wahrscheinlichkeitsverteilungen** - Häufigkeits- und Wahrscheinlichkeitsverteilungen - Erwartungswert und Mittelwert und ihre Beziehung - Varianz und Standardabweichung, insbesondere bei binomialverteilten Zufallsgrößen • **Binomialverteilung als spezielle diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilung** - Stochastische Unabhängigkeit, z.B. bei der Wiederholung von Wahrscheinlichkeitsexperimenten - Grundaufgaben zur Binomialverteilung (z.B. Wahrscheinlichkeiten von genau, mindestens, höchstens k Treffern) - Binomialverteilung mit kumulierter Verteilung (aus Tabellen oder mit GTR bzw. CAS) - Approximative Eigenschaften der Binomialverteilung (Näherungsformeln, Erwartungswert und Varianz der Normalverteilung) • **Analyse empirischer Daten am Beispiel der Binomialverteilung** - Konfidenzintervalle für Binomialverteilungen - Idee stochastischer Tests am Beispiel ein- oder zweiseitiger Hypothesentests für Binomialverteilungen • **Wahlthemen und -inhalte**: Einseitiger und zweiseitiger Test, Entwurf von Hypothesentests zu vorgegebenen Situationen, Fehlerwahrscheinlichkeiten und Operationscharakteristik, Schätzen von Parametern (σ-Umgebungen, Sicherheitswahrscheinlichkeiten, Konfidenzintervalle bei Schluss von der Gesamtheit auf eine Stichprobe und umgekehrt), Standardisierung, Hypergeometrische Verteilung, Poisson-Verteilung, Geometrische Verteilung, Exponentialverteilung, Gaußsche Dichtefunktion, Normalverteilung, analytische Betrachtung der Gaußschen Dichtefunktion, Explorative Datenanalyse von vorhandenen oder selbst erstellten Datensätzen, axiomatischer Wahrscheinlichkeitsbegriff, Paradoxien z.B. zu bedingten Wahrscheinlichkeiten, Simpsonsches Paradoxon, Paradoxon des Chevalier de Méré, …)

3. Standards

In den Standards werden die mathematischen Kompetenzen beschrieben, die Schülerinnen und Schüler am Ende der Qualifikationsphase erworben haben sollen. Im Folgenden werden die Kompetenzen getrennt nach prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen ausgewiesen. Sie beschreiben den Kern der fachlichen Anforderungen. Der Unterricht ist nicht auf ihren Erwerb beschränkt, er soll es den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, darüber hinausgehende Kompetenzen zu erwerben, weiter zu entwickeln und zu nutzen.

Die prozessbezogenen Kompetenzen werden von den Schülerinnen und Schülern in der Auseinandersetzung mit mathematischen Inhalten weiter entwickelt. Umgekehrt erschließen sich Inhalte mithilfe der mathematischen Tätigkeiten Argumentieren, Kommunizieren, Modellieren, Problemlösen und mithilfe des Umgangs mit mathematikbezogenen Werkzeugen. Diese Aspekte werden in paradigmatischen Beispielen thematisiert und in weiteren reichhaltigen Kontexten vertieft, damit sie am Ende der Qualifikationsphase nachhaltig und sicher zur Verfügung stehen. Mathematische Grundbildung zeigt sich in der flexiblen und verbundenen Aktivierung dieser prozessbezogenen und inhaltsbezogenen Kompetenzen. Beide Bereiche sind Gegenstand des Unterrichts und der Leistungsbewertung.

3.1 Prozessbezogene Kompetenzen

Die Prozessbezogenen Kompetenzen sind für Grund- und Leistungskurse formuliert, tiefergehende und weiterführende Ausprägungen für Leistungskurse werden in eckigen Klammer ergänzt.

Problemlösen – Probleme erfassen, erkunden, lösen	
Die Schülerinnen und Schüler …	
Erkunden	- erkunden mathematische Fragestellungen [**LK:** auch eigene Fragestellungen]. - formulieren [**LK:** variieren und verallgemeinern sachgerecht] Problemstellungen.
Planen und Durchführen und Reflektieren	- planen Problemlösungsprozesse, - setzen sie geeignet um. - vergleichen und bewerten Lösungswege und Lösungen.
Struktursehen	- beschreiben [**LK:** suchen und untersuchen] Gesetzmäßigkeiten. - erläutern Muster und Gesetzmäßigkeiten. - konkretisieren und - prüfen diese.
Lösen	- setzen Standardverfahren adäquat ein. - kennen heuristische Strategien (z.B. rückwärts arbeiten, nach Beziehungen suchen, Invarianzprinzip) und setzen sie bewusst [**LK:** flexibel und verzahnt] ein. - verwenden [**LK:** eigenständig] mathematische Begriffe bei der Lösung von Problemen. - [**LK:** suchen im angemessenen Rahmen nach eigenen oder alternativen Lösungsverfahren.]

Modellbilden – Modelle erstellen und nutzen	
Die Schülerinnen und Schüler …	
Mathematisieren	- erschließen eine Realsituation mithilfe von Datenanalysen mathematisch. - reflektieren reale Situationen sinnvoll vereinfachend. - formulieren zielgerichtet Grundannahmen. - übersetzen sie angemessen in die Sprache der Mathematik.
Realisieren	- entwerfen zu einem mathematischen Modell verschiedene Realsituationen. - reflektieren den Nutzen eines Modells.
Interpretieren und Validieren	- interpretieren Ergebnisse von Modellrechnungen in Realsituationen und - modifizieren das Modell gegebenenfalls sinnvoll.
Mit Modellen arbeiten	- beschreiben die Grenzen mathematischer Modelle exemplarisch. - vergleichen Modelle bewertend (hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile, Angemessenheit, inhaltlichen Bedeutung, ...). - identifizieren und interpretieren mathematische Modelle hinsichtlich ihrer Funktionen z.B. zu erklären, zu beschreiben, vorzuschreiben. - [**LK:** durchlaufen Modellbildungsprozesse gegebenenfalls begründet mehrfach.]

Argumentieren – Argumente finden, belegen und begründen	
Die Schülerinnen und Schüler …	
Begründen und Beweisen	- erkennen begründungsbedürftige Sachverhalte. - generieren zielgerichtet Hypothesen, prüfen diese kritisch, geben Beispiele und Gegenbeispiele an. - begründen, weshalb eine Definition sinnvoll ist. - begründen mathematische Regeln und Aussagen. - verwenden mehrschrittige symbolische Ausdrucksmittel geeignet. - [**LK:** führen formallogische Beweise in überschaubaren Fällen durch.]
Beurteilen und Bewerten	- bewerten Argumentationen auf Schlüssigkeit und Angemessenheit.
Mit Fehlern umgehen	- nutzen Fehler als Erkenntnismittel. - nehmen konstruktiv an Diskussionen über Fehler teil.
Vernetzen	- wenden gebietsübergreifend Begriffe und Verfahren an (z.B. Vektoren, um Parameterdarstellungen von Kurven zu beschreiben). - zeigen an geeigneten Beispielen Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Begriffen auf (z.B. Ableitung und Integral, Linearität in der Analytischen Geometrie und der Analysis). - [**LK:** vergleichen und kontrastieren typische Sachverhalte verschiedener Gebiete an geeignet gewählten Objekten (z.B. Skalarprodukt und Erwartungswert, Volumen- und Flächenberechnung mit Mitteln der Analytischen Geometrie und der Analysis).]

Kommunizieren – sprachlich mit Mathematik umgehen	
Die Schülerinnen und Schüler …	
Lesen und schreiben	- erarbeiten mathematikhaltige Texte zielführend. - schreiben mathematische Texte. - beschaffen und nutzen mathematische Informationen.
Verbalisieren	- formulieren schriftlich und mündlich Beobachtungen und Überlegungen zu mathematischen Sachverhalten adressatengerecht. - stellen mathematischen Sachverhalte angemessen dar. - verwenden eine angemessene Fachsprache.
Kommunizieren	- interpretieren und bewerten mathematische Darstellungen. - beziehen sich kritisch-konstruktiv auf mathematische Beiträge anderer.
Präsentieren	- präsentieren mathematische Zusammenhänge prägnant. - verwenden Medien sinnvoll (z.B. zur Veranschaulichung).
Symbolisieren und Werkzeuge verwenden	- nutzen in sinnvoller Weise mathematische Symbole, Werkzeuge und Darstellungen. - verwenden Tabellenkalkulation, Computeralgebrasysteme oder dynamische Geometrie zielführend in mathematischen Bearbeitungs- und Erkundungssituationen. - [**LK:** begreifen Formeln und Symbole als verdichtete mathematische Zusammenhänge und nutzen sie als Werkzeuge zum Lösen von Mathematikproblemen.] - [**LK:** verwenden mathematische Darstellungen und Werkzeuge sachgerecht und eigenständig.]

3.2 Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die inhaltsbezogenen Kompetenzen sind als Grundkompetenzen, über die alle Lernenden am Ende der Qualifikationsphase verfügen sollen, formuliert und als zusammenfassende Kompetenzen für Wahlmodule genannt. Für die Kernmodule sind die Grundkompetenzen ausdifferenziert angegeben; eine Ausdifferenzierung von Kompetenzen für die Wahlmodule wird von den Mathematikkonferenzen der Schulen erstellt.

Erworbene Kompetenzen werden vernetzt. Das heißt, dass Kompetenzen, die in den Klassen 5 bis 10 entwickelt worden sind, auch in der Qualifikationsphase aufgegriffen und in neue Themenbereiche integriert werden (vertikale Vernetzung). Das heißt außerdem, dass auch die drei Themenbereiche der Qualifikationsphase dort, wo es sinnvoll und möglich ist, aufeinander bezogen und miteinander verbunden werden (horizontale Vernetzung). Teilkompetenzen zur horizontalen Vernetzung sind beispielhaft in den prozessbezogenen Kompetenzen angegeben. Um kumulatives Lernen zu ermöglichen, wird vor allem vertikale Vernetzung in den alltäglichen Unterricht integriert. Zur Entwicklung von Kompetenzen zur horizontalen Vernetzung können Wahlmodule geeignet gestaltet werden.

Themenbereich: Analysis

Inhaltsbezogene Grundkompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler …

1. nutzen Mittel der Analysis zur Beschreibung, Analyse und Anwendung von funktionalen Zusammenhängen in Modellierungs- und Problemlösesituationen (z.B. Optimierungsfragen).
2. skizzieren den qualitativen Verlauf von Funktionen mit gegebenen Eigenschaften und bestimmen Funktionsgleichungen aus gegebenen charakteristischen Merkmalen.
3. beschreiben lokale Änderungsraten in Sachsituationen mit der Ableitung von Funktionen und interpretieren sie als Tangentensteigungen von Funktionsgraphen.
4. untersuchen Wachstums- und Veränderungsprozesse mit Mitteln der Analysis.
5. untersuchen Funktionen in Hinblick auf besondere Eigenschaften und beherrschen Verfahren zur Ermittlung besonderer Punkte des Graphen einer Funktion.
6. nutzen den Integralbegriff zur Bestimmung von Gesamteffekten und Flächeninhalten.
7. beherrschen die Integralrechnung für Polynome und weitere Funktionsklassen.
8. erläutern den Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung an einem Beispiel.
9. beachten Existenz- und Eindeutigkeitsfragen in analytischen Zusammenhängen.
10. identifizieren Linearisierung als gemeinsames analytisches Beschreibungsprinzip bei der linearen Approximation von Funktionen an geeignet gewählten Beispielen (z.B. durch Verwendung des „Funktionenmikroskops“).

Kernmodul 1: *Wachstum und Veränderung als Leitidee der Analysis: neue Funktionen begrifflich vertiefen.*	
Die Schülerinnen und Schüler …	
Operieren	- beherrschen Ableitungsregeln zur Untersuchung von Wachstums- und Veränderungsmodellen (z.B. Kettenregel) und können sie sinnvoll zur Lösung von Wachstumsproblemen in verschiedenen Kontexten nutzen.
Bestimmen	- bestimmen in der Klasse der ganzrationalen Funktionen und der Exponentialfunktionen besondere Punkte im Funktionsverlauf [**LK:** und im Verlauf einer Funktionsschar] und - bestimmen umgekehrt aus gegebenen Eigenschaften von Funktionen [**LK:** und Funktionsscharen] eine Zuordnungsvorschrift.
Beschreiben	- beschreiben lokale Änderungsraten in der Sprache (begrifflich, verbal und symbolisch) der Analysis und Tangenten als Schmiegegeraden, die den Funktionsgraphen lokal annähern.
Interpretieren	- deuten das Änderungsverhalten von funktionalen Zusammenhängen (auch in Sachkontexten) mithilfe der Differentialrechnung (absolute Änderung, mittlere Änderungsrate, lokale Änderungsrate, …).
Untersuchen	- untersuchen kontinuierliche Wachstums- und Veränderungsprozesse (z.B. lineares, quadratisches, exponentielles …) mithilfe der Differentialrechnung.

Kernmodul 2: *Gesamteffekt als bilanzierende Betrachtungsweise des Integrals*	
Die Schülerinnen und Schüler …	
Auffassen	- fassen das Integral als Gesamtbilanz veränderlicher Sachverhalte auf.
Operieren	- beherrschen einfache Integrationsregeln und -verfahren und operieren sinnhaft (inhaltlich begründet oder vorstellungsgebunden) mit Integralen.
Bestimmen	- bestimmen Integrale approximierend mit Hilfe von Produktsummen. - integrieren und differenzieren „graphisch“ (z.B. skizzieren Schaubilder von Integralfunktionen termfreier Integrandenfunktionen).
Beschreiben	- beschreiben den Rekonstruktionsgedanken des Hauptsatzes der Differential- und Integralrechnung in Erklärungsmodellen einschließlich der Gültigkeitsbedigungen [**LK:** und können wesent-liche Grundzüge seines Beweises erklären].
Interpretieren	- interpretieren Integrale als eine Erweiterung des Flächeninhaltsbegriffs aus den Klassen 5 bis 10. - deuten Eigenschaften von Integralen geometrisch.
Anwenden	- wenden Integralrechnung bei der Flächen- und Volumenberechnung sowie in weiteren Kontexten geeignet an.

Wahlmodule zum Themenbereich Analysis

Die Schülerinnen und Schüler …

W1: (gebrochen rationale Funktionen) beherrschen die Differential- und Integralrechnung für gebrochen rationale Funktionen und wenden sie zur Problemlösung an.

W2: (trigonometrische Funktionen) beherrschen die Differential- und Integralrechnung für trigonometrische Funktionen und wenden sie zur Problemlösung an.

W3: (Exponential- und Logarithmusfunktionen) beherrschen die Differentialrechnung für Exponential- und Logarithmusfunktionen und wenden sie zur Problemlösung an.

W4: (logistisches Wachstum) untersuchen logistische Wachstumsprozesse mit Mitteln der Analysis und vergleichen und kontrastieren sie mit anderen Wachstumsmodellen.

W5: (Optimierungsprobleme) untersuchen und lösen Optimierungsprobleme mit Mitteln der Analysis.

W6: (Näherungsfragen lösen) vertiefen die Idee der Approximation am Beispiel einzelner Näherungsverfahren (z.B. Taylorreihe, Intervallhalbierung, Newtonsches Iterationsverfahren).

W7: (Parameterdarstellungen spezieller Kurven) verwenden Parameterdarstellungen zur Bestimmung und Untersuchung von Kurven (z.B. periodischer Vorgängen wie Zy-kloide, Ortskurven, ...) und reflektieren die Verbindung zur analytischen Geometrie.

W8: (Funktionen mehrerer Variabler) erweitern den Funktionsbegriff und Fragen der Analysis auf Funktionen in Abhängigkeit mehrerer Variablen und nutzen elektronische Werkzeuge zu ihren Darstellungen.

Themenbereich: Analytische Geometrie / Lineare Algebra

Inhaltsbezogene Grundkompetenzen (je nach Schwerpunktbildung ausgewählt)

Die Schülerinnen und Schüler …

1. verwenden Vektoren als algebraisch-geometrisches Modellierungswerkzeug und operieren damit sachgerecht.
2. beschreiben und vergleichen geometrische Objekte und ihre Lage im Raum vektoriell.
3. ermitteln und nutzen Maße im Raum (z.B. Abstände, Winkel, Flächen, Volumen, …).
4. setzen Vektoren und Matrizen als Datenspeicher in geometrischen oder realitätsbezogenen Kontexten ein.
5. untersuchen Zustände und Zustandsänderungen vektoriell.
6. lösen vektorielle Probleme mithilfe linearer Gleichungssysteme.
7. beherrschen Verfahren zur Lösung linearer Gleichungssysteme (z.B. Gaußverfahren) und deuten das Ergebnis sachgerecht.
8. untersuchen Existenz- und Eindeutigkeitsfragen (z.B. beim Lösen linearer Gleichungssysteme).
9. identifizieren Linearisierung als gemeinsames Beschreibungsprinzip in unterschiedlichen Konzepten der Analytischen Geometrie / Linearen Algebra und stellen Verbindungen zur Analysis her.

Kernmodul 1: *Vektoren algebraisch und geometrisch*	
Die Schülerinnen und Schüler …	
Auffassen	- fassen Vektoren als Datenspeicher (z.B. Stücklisten) oder Pfeilklassen auf.
Bestimmen	- bestimmen und verwenden Längen von Vektoren. - [**LK:** bestimmen Winkel mit dem Skalarprodukt und grenzen andere Verknüpfungen von und mit Vektoren vom Skalarprodukt begrifflich ab.]
Operieren	- operieren sinnhaft mit Vektoren (das heißt inhalts- und vorstellungsgebunden).
Beschreiben	- beschreiben geometrische oder reale Sachverhalte mithilfe von Vektoren (geometrische Figuren und Zusammenhänge, betriebswirtschaftliche Sachverhalte, ...).
Interpretieren	- deuten lineare Unabhängigkeit und Abhängigkeit von Vektoren (z.B. geometrisch) und nutzen dies als Mittel zur Problemlösung. - interpretieren Linearkombinationen von Vektoren in realitätsnahen und geometrischen Kontexten.

Kernmodul 2: *Vektoren und Matrizen als Datenspeicher*	
Die Schülerinnen und Schüler …	
Auffassen und Konkretisieren	- fassen Vektoren und Matrizen als Datenspeicher in konkreten Anwendungszusammenhängen auf und konkretisieren dies (z.B. Stücklisten, Verflechtungsmatrizen, …).
Operieren	- operieren sinnhaft mit Matrizen und Vektoren (z.B. in Anwendungskontexten bei Verflechtungen mit Zwischenprodukten oder input-output-Analysen).
Anwenden	- wenden Matrizen zur Lösung von Gleichungssystemen in einfachen Fällen an.

Kernmodul 3: *Geometrische Objekte und deren Lage im Raum*	
Die Schülerinnen und Schüler …	
Beschreiben	- beschreiben vektorielle Zusammenhänge mithilfe von Parameter- oder Koordinatendarstellungen (auch in Anwendungssituationen). - [**LK:** stellen Funktionen zweier Variablen vektoriell dar und erläutern, wie deren graphische Darstellung aus geeigneten Funktion einer Variablen aufgebaut ist.]
Bestimmen und Untersuchen	- bestimmen und untersuchen Lagebeziehungen von Punkten, Geraden und Ebenen sowie Schnittgebilden von geometrischen Objekten (auch in Anwendungssituationen).
Anwenden	- wenden Gleichungssysteme zur Lösung geometrischer und realer Probleme an.

Wahlmodule für den Themenbereich Analytische Geometrie/Lineare Algebra:

Die Schülerinnen und Schüler …

W1: (Skalarprodukt I) wenden das Skalarprodukt zur Bestimmung von Winkelgrößen, Abständen und Lagebeziehungen geometrischer Objekte an.

W2: (Skalarprodukt II) nutzen das Skalarprodukt zur Darstellung geometrischer Objekte (z.B. als Normalenformen von Ebenen) und zur Untersuchung von Schnittgebilden und Lagebeziehungen geometrischer Objekte.

W3: (Vektorprodukt) wenden das Vektorprodukt zur Bestimmung von Maßen und Lagebeziehungen im $\mathbb{R}^3$ an.

W4: (Kreis) untersuchen Probleme zum Kreis mithilfe von Vektoren und stellen Verbindungen zur Analysis her.

W5: (Kugel) untersuchen Probleme zur Kugel mithilfe von Vektoren und stellen Verbindungen zur Analysis her.

W6: (Ellipse) untersuchen Ellipsen (und Hyperbeln) als geometrische Objekte und stellen Verbindungen zur Analysis her.

W7: (Parabel) untersuchen Parabeln als geometrisch-analytische Objekte und wenden die erworbenen Kenntnisse an (z.B. auf die Form von Sattelitenschüsseln).

W8: (Systembeschreibungen) beschreiben Systeme und Prozesse in Natur und Gesellschaft mit Mitteln der linearen Algebra (Zustandsvektoren, Übergangsmatrizen, …).

W9: (Systementwicklungen) untersuchen die Entwicklung von Systemen mit Mitteln der linearen Algebra (zerfallende, expandierende, konvergierende Systeme).

W10: (Abbildungsmatrizen) beschreiben und untersuchen ebene affine Abbildungen (z.B. Drehung, Spiegelung, zentrische Streckung, Scherung; …) mithilfe von Matrizen an geeigneten Beispielen.

W11: (Markoff-Ketten) wenden den Matrizenkalkül auf stochastische Prozesse an und interpretieren die Matrizenelemente als Übergangswahrscheinlichkeiten.

W12: (Markoff-Ketten mit absorbierenden Zuständen) modellieren geeignete stochastische Probleme als Markoff-Ketten mit absorbierenden Zuständen und wenden Mittelwertregeln an.

Themenbereich: Stochastik

Inhaltsbezogene Grundkompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler …

1. greifen je nach Situation auf angemessene Grundvorstellungen zum Wahrscheinlichkeitsbegriff (z.B. als beste prognostische Erwartung, als relative Häufigkeit, als relativer Anteil) zurück.
2. charakterisieren und vergleichen Zufallsexperimente mithilfe geeignet gewählter (diskreter oder stetiger) Zufallsgrößen.
3. erkennen und deuten den Begriff der stochastischen Unabhängigkeit kontextbezogen.
4. strukturieren und modellieren mehrstufige Zufallsexperimente mit geeignet gewählten Modellen (Urnen, Bäume, Kugel-Fächer,...), um stochastische Probleme zu lösen.
5. bestimmen Kenngrößen von Verteilungen und erläutern deren Bedeutung in Anwendungssituationen.
6. wenden Binomialverteilungen situationsgerecht an und beschreiben die Normalverteilung als Grenzverteilung der Binomialverteilung.
7. nutzen Tafelwerke und geeignete elektronische Werkzeuge zur Untersuchung und Lösung stochastischer Probleme.
8. erstellen Vorhersagen mithilfe des Erwartungswertes.
9. berücksichtigen Randbedingungen, Existenz- und Eindeutigkeitsfragen in stochastischen Prozessen.

Kernmodul 1: *Zufallsgrößen und Wahrscheinlichkeitsverteilungen*	
Die Schülerinnen und Schüler …	
Bestimmen	- bestimmen/berechnen Erwartungswert, Varianz und Standardabweichung von Verteilungen [**LK:** auch von steigen Verteilungen]. - [**LK:** operieren mit Zufallsgrößen, bestimmen an geeigneten Beispielen gemeinsame Verteilungen und deren Kennwerte.]
Untersuchen	- untersuchen und unterscheiden Häufigkeits- und Wahrscheinlichkeitsverteilungen.
Interpretieren	- deuten stochastische Kenngrößen situationsgerecht in theoretischen und empirischen Verteilungen. - [**LK:** deuten stetige Verteilungen als Idealisierung diskreter Verteilungen.]
Anwenden	- fassen Zufallsvariablen als Abbildungen auf und wählen sie sachgerecht in Anwendungssituationen aus. - identifizieren Bernoulli-Versuche und Bernoulli-Ketten in Anwendungssituationen und nutzen diese zur Bearbeitung stochastischer Probleme.

Kernmodul 2: *Über die Binomialverteilung zur Normalverteilung*	
Die Schülerinnen und Schüler …	
Erläutern	- fassen die Binomialverteilung (mit kumulierter Verteilung) als Wahrscheinlichkeitsverteilung zu einer Bernoulli-Kette auf und erläutern deren Charakter und deren Verbindung mit dem binomischen Lehrsatz. - [**LK:** erläutern wesentliche Sätze (z.B. den Zentralen Grenzwertsatz oder das Bernoullische Gesetz der großen Zahlen) beispielgebunden.]
Vergleichen	- geben das Gemeinsame stochastischer Situationen an, die mit einer Binomialverteilung modellierbar sind. - vergleichen verschiedene Binomialverteilungen mit unterschiedlichen n und p bzw. für wachsende n. [**LK:** Standardisierung der Binomialverteilung]
Beschreiben	- nutzen die Binomialverteilung, um Prozesse mit „Fließbandcharakter“ angemessen zu beschreiben und zu vergleichen. - interpretieren stochastische Kenngrößen sachgerecht und erläutern ihre Rolle bei den Konzepten der Konfidenzintervalle und Hypothesentests.
Anwenden	- fassen die Normalverteilung als Grenzverteilung von Binomialverteilungen auf. - wenden die Binomialverteilung (auch kumuliert) zur Lösung realitätsnaher Fragen (z.B. bei einem Hypothesentest) an und nutzen Tabellenwerke (oder elektronische Werkzeuge), z.B. zur Ermittlung von Wahrscheinlichkeiten.

Wahlmodule für den Themenbereich Stochastik:

Die Schülerinnen und Schüler …

W1: (Normalverteilung) sind mit den Eigenschaften, Kenngrößen, Tabellen der Normalverteilung vertraut und wenden diese zur Lösung stochastischer Probleme an.

W2: (weitere Verteilungen) kennen eine weitere diskrete Verteilung (z.B. Hypergeometrische Verteilung) und können den Unterschied zur Binomialverteilung beispielhaft erläutern.

W3: (erweiterndes Testen von Hypothesen) untersuchen Entscheidungsfragen mithilfe eines zweiseitigen oder einseitigen Hypothesentests, geben begründet Entscheidungsregeln und Fehlerwahrscheinlichkeiten an.

W4: (Modellierung realer stochastischer Probleme) modellieren ein komplexeres stochastisches Problem (Geschmackstest, Wahlprognose, ...).

W5: (Schätzen) nutzen Konfidenzintervalle, σ-Umgebungen und Sicherheitswahrscheinlichkeiten für das Schließen von der Gesamtheit auf die Stichprobe und umgekehrt.

W6: (Explorative Datenanalyse) interpretieren die Bedeutung von Kenngrößen in explorativen Datenanalysen.

W7: (axiomatische Vertiefung des Wahrscheinlichkeitsbegriffs) durchdringen den Wahrscheinlichkeitsbegriff begrifflich-axiomatisch.

W8: (Gaußsche Verteilungsfunktion) verbinden analytische Eigenschaften der Gaußschen Dichtefunktion mit stochastischen Merkmalen.

W9: (Paradoxien in der Wahrscheinlichkeitsrechnung) beschreiben kritisch konstruktiv den modellierenden Charakter der Stochastik durch beispielbezogene Darstellung von Paradoxien (z.B. zu bedingten Wahrscheinlichkeiten, Simpsonsches Paradoxon, Paradoxon des Chevalier de Méré, …).

4. Leistungsbewertung

Die Dokumentation und Beurteilung der individuellen Entwicklung des Lern- und Leistungsstandes der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt nicht nur die Produkte, sondern auch die Prozesse schulischen Lernens und Arbeitens. Leistungsbewertung dient der Rückmeldung für Schülerinnen und Schüler, Erziehungsberechtigte und Lehrkräfte. Sie ist eine Grundlage verbindlicher Beratung sowie der Förderung der Schülerinnen und Schüler. Zu unterscheiden sind Lern- und Leistungssituationen. Fachliche Fehler in Lernsituationen werden als Quelle für die fachliche Weiterentwicklung angesehen, beurteilt wird in Lernsituationen die Intensität einer konstruktiven Auseinandersetzung mit fachlichen Fehlern. In Leistungssituationen hingegen gehen Quantität und Qualität fachlicher Fehler direkt in die Leistungsbeurteilung ein.

Grundsätze der Leistungsbewertung:

- Bewertet werden die im Unterricht und für den Unterricht erbrachten Leistungen der Schülerinnen und Schüler.
- Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Unterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, wie sie in den „Anforderungen“ (Standards) beschrieben sind.
- Leistungsbewertung muss für Schülerinnen und Schüler sowie Erziehungsberechtigte transparent sein, die Kriterien der Leistungsbewertung müssen zu Beginn des Beurteilungszeitraums bekannt sein.
- Die Kriterien für die Leistungsbewertung und die Gewichtung zwischen den Beurteilungsbereichen werden in der Fachkonferenz festgelegt.

Die beiden notwendigen Beurteilungsbereiche sind:

1. Schriftliche Arbeiten unter Aufsicht und ihnen gleichgestellte Arbeiten
2. Laufende Unterrichtsarbeit

Bei der Festsetzung der Noten werden zunächst für die beiden Bereiche Noten festgelegt, danach werden beide Bereiche angemessen zusammengefasst. Die Noten dürfen sich nicht überwiegend auf die Ergebnisse des ersten Beurteilungsbereichs stützen.

Schriftliche Arbeiten unter Aufsicht

Schriftliche Arbeiten unter Aufsicht dienen der Überprüfung der Lernergebnisse eines Unterrichtsabschnittes. Weiter können sie zur Unterstützung kumulativen Lernens auch der Vergewisserung über die Nachhaltigkeit der Lernergebnisse zurückliegenden Unterrichts dienen. Sie geben Aufschluss über das Erreichen der Ziele des Unterrichts.

Laufende Unterrichtsarbeit

Dieser Beurteilungsbereich umfasst alle von den Schülerinnen und Schülern außerhalb der schriftlichen Arbeiten unter Aufsicht und den ihnen gleichgestellten Arbeiten erbrachten Unterrichtsleistungen wie

- mündliche und schriftliche Mitarbeit, insbesondere das Ausmaß, mit dem die Schülerinnen und Schüler sich auf fachliche Inhalte und Gedankengänge anderer beziehen, diese aufgreifen, korrigieren oder weiter entwickeln,
- Arbeitsprodukte aus dem Unterricht wie Lerntagebücher oder Portfolios,
- Hausaufgaben,
- längerfristig gestellte häusliche Arbeiten (z.B. Referate oder kleinere Facharbeiten),
- Gruppenarbeit,

Mitarbeit in Unterrichtsprojekten (Prozess - Produkt - Präsentation).

Anhang

Liste der Operatoren

Die in den zentralen schriftlichen Abituraufgaben verwendeten Operatoren (Arbeitsaufträge) werden in der folgenden Tabelle definiert und inhaltlich gefüllt.

Neben Definitionen und Beispielen enthält die Tabelle auch Zuordnungen zu den Anforderungsbereichen I, II und III, wobei die konkrete Zuordnung auch vom Kontext der Aufgabenstellung abhängen kann und eine scharfe Trennung der Anforderungsbereiche nicht immer möglich ist.

Operatoren / Anforderungs-bereiche	Definitionen	Beispiele
Angeben Nennen I	Ohne nähere Erläuterungen und Begründungen, ohne Lösungsweg aufzählen	Geben Sie drei Punkte an, die in der x-y-Ebene liegen. Nennen Sie drei weitere Beispiele zu ...
Berechnen I	Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend durch Rechenoperationen gewinnen mit oder ohne GTR, CAS	Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit des Ereignisses.
Erstellen I	Einen Sachverhalt in übersichtlicher, meist fachlich üblicher oder vorgegebener Form darstellen	Erstellen Sie eine Wertetabelle für die Funktion.
Beschreiben I – II	Sachverhalt oder Verfahren in Textform unter Verwendung der Fachsprache in vollständigen Sätzen in eigenen Worten wiedergeben (Hier sind auch Einschränkungen möglich, z.B. Beschreibung in Stichworten)	Beschreiben Sie den Bereich möglicher Ergebnisse. Beschreiben Sie, wie Sie dieses Problem lösen wollen, und führen Sie danach Ihre Lösung durch.
Skizzieren I – II	Die wesentlichen Eigenschaften eines Objektes graphisch darstellen (auch Freihandskizze möglich)	Skizzieren Sie die gegenseitige Lage der drei Körper.
Zeichnen Graphisch darstellen I – II	Eine hinreichend exakte graphische Darstellung auf der Grundlage von Punktkoordinaten oder konkreter Funktionseigenschaften anfertigen	Zeichnen Sie den Graphen der Funktion. Stellen Sie die Punkte und Geraden im Koordinatensystem mit den gegebenen Achsen dar.
Entscheiden II	Bei Alternativen sich begründet und eindeutig auf eine Möglichkeit festlegen	Entscheiden Sie, welche der Ihnen bekannten Verteilungen auf die Problemstellung passt.
Erläutern II	Die Gründe für etwas angeben und verständlich darstellen	Erläutern Sie den Verlauf des Graphen von F in Abhängigkeit vom Verlauf des Graphen von f. (F' = f)

Operatoren / Anforderungs-bereiche	**Definitionen**	**Beispiele**
Untersuchen II	Sachverhalte nach bestimmten, fachlich üblichen bzw. sinnvollen Kriterien darstellen	Untersuchen Sie die Funktion ... Untersuchen Sie, ob die Verbindungskurve ohne Knick in die Geraden einmündet.
Veranschaulichen II	Mathematische Sachverhalte oder berechnete Werte z.B. durch Schraffuren, Baumdiagramme etc. anschaulich darstellen	Veranschaulichen Sie den Wert des bestimmten Integrals in der Abbildung des Graphen von f.
Begründen II – III	Einen angegebenen Sachverhalt auf Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen (Hierbei sind Regeln und mathematische Beziehungen zu nutzen und mit kommentierenden Text anzugeben.)	Begründen Sie, dass die Funktion nicht mehr als drei Wendestellen aufweisen kann. Begründen Sie die Zurückweisung der Hypothese.
Bestimmen Ermitteln II – III	Einen möglichen Lösungsweg darstellen und das Ergebnis formulieren (Die Wahl der Mittel kann unter Umständen eingeschränkt sein.)	Ermitteln Sie graphisch den Schnittpunkt. Bestimmen Sie aus diesen Werten die Koordinaten der beiden Punkte.
Herleiten II – III	Die Entstehung oder Ableitung eines gegebenen oder beschriebenen Sachverhalts oder einer Gleichung aus anderen oder aus allgemeineren Sachverhalten darstellen	Leiten Sie die gegebene Formel her.
Interpretieren II – III	Die Ergebnisse einer mathematischen Überlegung rückübersetzen auf das ursprüngliche Problem	Interpretieren Sie: Was bedeutet Ihre Lösung für die ursprüngliche Frage?
Vergleichen II – III	Nach vorgegebenen oder selbst gewählten Gesichtspunkten Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln und darstellen	Vergleichen Sie verschiedene Lösungsmöglichkeiten.
Zeigen Nachweisen II – III	Eine Aussage, einen Sachverhalt nach gültigen Schlussregeln, Berechnungen, Herleitungen oder logischen Begründungen bestätigen	Zeigen Sie, dass das betrachtete Viereck ein Drachenviereck ist.
Beurteilen Folgerungen ziehen III	Zu einem Sachverhalt ein selbständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen	Beurteilen Sie, welche der beiden vorgeschlagenen modellierenden Funktionen das ursprüngliche Problem besser darstellt.
Beweisen Widerlegen III	Beweisführung im mathematischen Sinne unter Verwendung von bekannten mathematischen Sätzen, logischen Schlüssen und Äquivalenzumformungen, ggf. unter Verwendung von Gegenbeispielen	Beweisen Sie, dass die Gerade auf sich selbst abgebildet wird.