

Mathematik

Schulinterner Lehrplan

zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe
am Gymnasium Aspel der Stadt Rees

Inhalt

1.	Unterrichtsvorhaben	3
1.1	Einführungsphase	3
1.2	Qualifikationsphase 1 – Grundkurs	15
1.3	Qualifikationsphase 2 – Grundkurs	22
1.4	Qualifikationsphase 1 – Leistungskurs	29
1.5.	Qualifikationsphase 2 – Leistungskurs	40
2.	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung.....	49
2.1	Überprüfung der schriftlichen Leistung – Klausuren.....	49
2.2	Überprüfung der sonstigen Mitarbeit	53
2.3	Rückmeldung und Beratung	54

1. Unterrichtsvorhaben

1.1 Einführungsphase

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

	Unterrichtsvorhaben	Aspekte	Zentrale Kompetenzen	Inhaltsfeld	Inhaltlicher Schwerpunkt	Ust.
1	Potenzen in Termen und Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> · Potenzen mit rationalem Exponenten · Exponentialfunktionen · Exponentialgleichungen und Logarithmen · Lineare und exponentielle Wachstumsmodelle 	<ul style="list-style-type: none"> · Modellieren · Werkzeuge nutzen 	Funktionen und Analysis	<ul style="list-style-type: none"> · Exponentielles und lineares Wachstum · Transformationen der Exponentialfunktion 	15
2	Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> · Funktionen · Lineare und quadratische Funktionen · Potenzfunktionen · Ganzrationale Funktionen · Symmetrie · Nullstellen · Verschieben und Strecken von Graphen 	<ul style="list-style-type: none"> · Modellieren · Werkzeuge nutzen 	Funktionen und Analysis	<ul style="list-style-type: none"> · Grundlegende Eigenschaften von linearen und quadratischen Funktionen (Wdh.), Potenzfunktionen, ganzrationalen Funktionen, Wurzelfunktionen 	23
3	Wahrscheinlichkeit*	<ul style="list-style-type: none"> · Wahrscheinlichkeitsverteilung – Erwartungswert · Mehrstufige Zufallsexperimente, Pfadregel · Vierfeldertafel – bedingte Wahrscheinlichkeiten · Stochastische Unabhängigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> · Modellieren · Werkzeuge nutzen · Kommunizieren 	Stochastik	<ul style="list-style-type: none"> · Erwartungswert · Mehrstufige Zufallsexperimente · Bedingte Wahrscheinlichkeit · Unabhängigkeit 	16
4	Ableitung	<ul style="list-style-type: none"> · Mittlere Änderungsrate – Differenzenquotient · Momentane Änderungsrate · Ableitung an einer bestimmten Stelle · Ableitungsfunktion · Ableitungsregeln · Tangente · Ableitung der Sinus- und Kosinusfunktion 	<ul style="list-style-type: none"> · Argumentieren · Problemlösen · Werkzeuge nutzen 	Funktionen und Analysis	<ul style="list-style-type: none"> · Grundverständnis des Ableitungsbegriffs · Graphisches Ableiten anhand der Sinusfunktion 	19
5	Funktionsuntersuchung	<ul style="list-style-type: none"> · Charakteristische Punkte eines Funktionsgraphen · Monotonie · Hoch- und Tiefpunkte 	<ul style="list-style-type: none"> · Argumentieren · Problemlösen 	Funktionen und Analysis	<ul style="list-style-type: none"> · Differentialrechnung ganzrationaler Funktionen 	15

		· Mathematische Begriffe in Sachzusammenhängen				
6	Vektoren*	<ul style="list-style-type: none"> · Punkte im Raum · Vektoren · Rechnen mit Vektoren · Betrag eines Vektors · Figuren und Körper untersuchen · Gerichtete Größen (Kraft; Geschwindigkeit/ Beschleunigung) 	<ul style="list-style-type: none"> · Modellieren · Problemlösen · Kommunizieren 	Analytische Geometrie, Lineare Algebra	<ul style="list-style-type: none"> · Koordinatisierung des Raumes · Vektoren und Vektoroperationen 	15
						103

* Die zeitliche Abfolge der Unterrichtsvorhaben 3 und 6 ist jeweils auf die Vorgaben zur Vergleichsklausur abzustimmen.

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben: Analysis

Thema: *Potenzen in Termen und Funktionen*

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben Wachstumsprozesse mithilfe linearer Funktionen und Exponentialfunktionen
- wenden einfache Transformationen (Streckung, Verschiebung) auf Funktionen (Exponentialfunktionen) an und deuten die zugehörigen Parameter

Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- ordnen einem mathematischen Modell verschiedene passende Sachsituationen zu (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)
- reflektieren die Angemessenheit aufgestellter Modelle für die Fragestellung (*Validieren*)
- verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung (*Validieren*)

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein (*Lösen*)
- wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen (*Lösen*)
- reflektieren Ergebnisse auf dem Hintergrund der Fragestellung und überprüfen sie auf Plausibilität (*Reflektieren*)
- vergleichen verschiedene Lösungswege (*Reflektieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- erklären vorgegebene Vermutungen und Beweise (*Begründen*)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- nehmen zu mathemathikhaltigen, auf fehlerbehafteten Aussagen und Darstellungen begründet Stellung (*Diskutieren*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen verschiedene Programme des GTR (z.B. Tabellenkalkulation, Funktionenplotter)
- stellen Funktionen grafisch und als Wertetabelle dar
- variieren zielgerichtet die Parameter von Funktionen

Thema: Funktionen

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben die Eigenschaften von Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten sowie quadratischen und kubischen Wurzelfunktionen
- beschreiben die Eigenschaften von ganzrationalen Funktionen
- lösen Polynomgleichungen, die sich durch einfaches Ausklammern oder Substituieren auf lineare und quadratischen Gleichungen zurückführen lassen, ohne digitale Hilfsmittel
- verwenden am Graphen oder Term einer Funktion ablesbare Eigenschaften als Argumente beim Lösen von inner- und außermathematischen Problemen
- wenden einfache Transformationen (Streckung, Verschiebung) auf Funktionen (quadratische Funktionen, Potenzfunktionen) an und deuten die zugehörigen Parameter

Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein (*Lösen*)
- wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen (*Lösen*)
- überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen (*Reflektieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Vermutungen auf und unterstützen sie beispielgebunden (*Vermuten*)

- erklären vorgegebene Argumentationen und mathematische Beweise (*Begründen*)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren (*Rezipieren*)
- erläutern mathematische Fachbegriffe in theoretischen Zusammenhängen (*Rezipieren*)
- formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege (*Produzieren*)
- nehmen zu mathemathhaltigen, auf fehlerbehafteten Aussagen und Darstellungen begründet Stellung (*Diskutieren*)
- beurteilen ausgearbeitete Lösungen hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität (*Diskutieren*)
- führen auf der Grundlage fachbezogener Diskussionen Entscheidungen herbei (*Diskutieren*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen verschiedene Programme des GTR (z.B. Tabellenkalkulation, Funktionenplotter)
- stellen Funktionen grafisch und als Wertetabelle dar
- variieren zielgerichtet die Parameter von Funktionen
- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
 - ... Lösen von Gleichungen
 - ... zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen

Thema: Ableitung

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- berechnen durchschnittliche und lokale Änderungsraten und interpretieren sie im Kontext
- erläutern qualitativ auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs an Beispielen den Übergang von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate
- deuten die Tangente als Grenzlage einer Folge von Sekanten
- deuten die Ableitung an einer Stelle als lokale Änderungsrate/ Tangentensteigung
- beschreiben und interpretieren Änderungsraten funktional (Ableitungsfunktion)
- leiten Funktionen graphisch ab
- wenden das graphische Ableiten auf die Sinus-Funktion an
- nennen die Kosinus-Funktion als Ableitung der Sinusfunktion
- beschreiben die Eigenschaften der Sinus-Funktion
- wenden einfache Transformationen (Streckung, Verschiebung) auf Funktionen (Sinusfunktion) an und deuten die zugehörigen Parameter

- begründen Eigenschaften von Funktionsgraphen (Monotonie, Extrempunkte) mit Hilfe der Graphen der Ableitungsfunktionen
- beschreiben und interpretieren Änderungsraten funktional (Ableitungsfunktion)
- nutzen die Ableitungsregel für Potenzfunktionen mit natürlichen Exponenten
- wenden die Summen- und Faktorregel auf ganzrationale Funktionen an

Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen (*Reflektieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)
- reflektieren die Angemessenheit aufgestellter Modelle für die Fragestellung (*Validieren*)

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- analysieren und strukturieren die Problemsituation (*Erkunden*)
- erkennen Muster und Beziehungen (*Erkunden*)
- wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus (*Lösen*)
- überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen (*Reflektieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Vermutungen auf (*Vermuten*)
- unterstützen Vermutungen beispielgebunden (*Vermuten*)
- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (*Beurteilen*)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren (*Rezipieren*)
- verwenden Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang (*Produzieren*)
- wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (*Produzieren*)
- nehmen zu mathematikhaltigen, auf fehlerbehafteten Aussagen und Darstellungen begründet Stellung (*Diskutieren*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
... Darstellen von Funktionen grafisch und als Wertetabelle
... grafischen Messen von Steigungen
- nutzen mathematische Hilfsmittel und digitale Werkzeuge zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen
- berechnen die Ableitung einer Funktion an einer Stelle

Thema: Funktionsuntersuchung

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- leiten Funktionen graphisch ab
- begründen Eigenschaften von Funktionsgraphen (Monotonie, Extrempunkte) mit Hilfe der Graphen der Ableitungsfunktionen
- nutzen die Ableitungsregel für Potenzfunktionen mit natürlichem Exponenten
- wenden die Summen- und Faktorregel auf ganzrationale Funktionen an
- lösen Polynomgleichungen, die sich durch einfaches Ausklammern oder Substituieren auf lineare und quadratische Gleichungen zurückführen lassen, ohne digitale Hilfsmittel
- verwenden das notwendige Kriterium und das Vorzeichenwechselkriterium zur Bestimmung von Extrempunkten
- unterscheiden lokale und globale Extrema im Definitionsbereich
- verwenden am Graphen oder Term einer Funktion ablesbare Eigenschaften als Argumente beim Lösen von inner- und außermathematischen Problemen

Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- erkennen Muster und Beziehungen (*Erkunden*)
- nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (hier: Zurückführen auf Bekanntes) (*Lösen*)
- wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus (*Lösen*)
- setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein (*Lösen*)

- wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen (*Lösen*)
- berücksichtigen einschränkende Bedingungen (*Lösen*)
- überprüfen Ergebnisse auf dem Hintergrund der Fragestellung (*Reflektieren*)
- überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen (*Reflektieren*)
- vergleichen verschiedene Lösungswege (*Reflektieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige / hinreichende Bedingung, Folgerungen [...]) (*Begründen*)
- erkennen fehlerhafte Argumentationsketten und korrigieren sie (*Beurteilen*)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren (*Rezipieren*)
- erläutern mathematische Begriffe in Sachzusammenhängen (*Rezipieren*)
- verwenden Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang (*Produzieren*)
- dokumentieren Arbeitsschritte nachvollziehbar (*Produzieren*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Darstellen von Funktionen grafisch und als Wertetabelle

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben: Stochastik

Thema: *Wahrscheinlichkeit*

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- deuten Alltagssituationen als Zufallsexperimente
- simulieren Zufallsexperimente
- stellen Wahrscheinlichkeitsverteilungen auf und führen Erwartungswertbetrachtungen durch
- modellieren Sachverhalte mithilfe von Baumdiagrammen
- beschreiben mehrstufige Zufallsexperimente und ermitteln Wahrscheinlichkeiten mit Hilfe der Pfadregeln
- modellieren Sachverhalte mit Hilfe von Baumdiagrammen und Vierfeldertafeln
- bestimmen bedingte Wahrscheinlichkeiten
- prüfen Teilvorgänge mehrstufiger Zufallsexperimente auf stochastische Unabhängigkeit
- bearbeiten Problemstellungen im Kontext bedingter Wahrscheinlichkeiten.

Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein (Lösen)
- finden Fragen zu einer gegebenen Problemsituation und analysieren die Situation entsprechend dieser Fragen (Erkunden)
- überprüfen Ergebnisse auf dem Hintergrund der Fragestellung und auf Plausibilität, sie vergleichen Lösungswege (Reflektieren)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus zunehmend komplexen mathemathhaltigen Texten (*Rezipieren*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
 - ... Generieren von Zufallszahlen
 - ... Berechnen der Kennzahlen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Erwartungswert)

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben: Analytische Geometrie

Thema: *Vektoren*

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- wählen geeignete kartesische Koordinatisierungen für die Bearbeitung eines geometrischen Sachverhalts in der Ebene und im Raum
- stellen geometrische Objekte in einem räumlichen kartesischen Koordinatensystem dar
- deuten Vektoren (in Koordinatendarstellung) als Verschiebungen und kennzeichnen Punkte im Raum durch Ortsvektoren
- addieren Vektoren, multiplizieren Vektoren mit einem Skalar und untersuchen Vektoren auf Kollinearität
- berechnen Längen von Vektoren und Abstände zwischen Punkten mit Hilfe des Satzes von Pythagoras
- stellen gerichtete Größen (z. B. Geschwindigkeit, Kraft) durch Vektoren dar
- weisen Eigenschaften von besonderen Dreiecken und Vierecken mithilfe von Vektoren nach

Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells und beziehen (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung auf die Sachsituation (*Validieren*)

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- erkennen Muster und Beziehungen (*Erkunden*)
- wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen (*Lösen*)
- entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (*Lösen*)
- setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein (*Lösen*)
- wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus (*Lösen*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Vermutungen auf, unterstützen beispielgebunden und präzisieren mit Hilfe von Fachbegriffen (*Vermuten*)
- stellen Zusammenhänge zwischen Ober- und Unterbegriffen her (*Begründen*)
- nutzen mathematische Regeln und Sätze für Begründungen und verknüpfen Argumente zu Argumentationsketten (*Begründen*)

- nutzen verschiedene Argumentationsstrategien (*Begründen*)
- erkennen lückenhafte und fehlerhafte Argumentationsketten und ergänzen und korrigieren (*Beurteilen*)

Kommunizieren (Produzieren)

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern mathematische Begriffe in Sachzusammenhängen (*Rezipieren*)
- formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege (*Produzieren*)
- verwenden Fachsprache und fachspezifische Notation (*Produzieren*)
- nehmen begründet Stellung zu mathemathhaltigen auch fehlerbehafteten Aussagen und Darstellungen (*Diskutieren*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen digitale Werkzeuge zum Darstellen von Objekten im Raum
- stellen Ortsvektoren und Vektorsummen graphisch dar, führen Operationen mit Vektoren durch

1.2 Qualifikationsphase 1 – Grundkurs

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

	Unterrichtsvorhaben	Aspekte	Zentrale Kompetenzen	Inhaltsfeld	Inhaltlicher Schwerpunkt	Ust.
1	Eigenschaften von Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> · Wiederholung: Ableitung · Bedeutung der 2. Ableitung · Kriterien für Extrem- und Wendestellen · Optimierungsprobleme · Steckbriefaufgaben [Gauß-Verfahren] · Funktionen mit Parameter · Untersuchung von Funktionenscharen 	<ul style="list-style-type: none"> · Modellieren · Problemlösen · Argumentieren · Werkzeuge nutzen 	Funktionen und Analysis, [Lineare Algebra]	<ul style="list-style-type: none"> · Funktionen als mathematische Modelle · Fortführung der Differentialrechnung · Lineare Gleichungssysteme lösen 	29
2	Integral	<ul style="list-style-type: none"> · Rekonstruktion einer Größe · Integral · Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung · Bestimmung von Stammfunktionen · Integrale als Flächeninhalt 	<ul style="list-style-type: none"> · Argumentieren · Kommunizieren · Werkzeuge nutzen 	Funktionen und Analysis	<ul style="list-style-type: none"> · Grundverständnis des Integralbegriffs · Integralrechnung 	21
3	Exponentialfunktionen	<ul style="list-style-type: none"> · Wiederholung: Eigenschaften von Exponentialfunktionen · Natürliche Exponentialfunktion und ihre Ableitung · Natürliche Logarithmusfunktion und Ableitung von Exponentialfunktionen · Exponentialfunktionen und exponentielles Wachstum 	<ul style="list-style-type: none"> · Modellieren · Problemlösen · Argumentieren · Werkzeuge nutzen 	Funktionen und Analysis	<ul style="list-style-type: none"> · Fortführung der Differentialrechnung · Funktionen als mathematische Modelle 	15
4	Zusammengesetzte Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> · Neue Funktionen aus alten Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung) · Produktregel · Kettenregel · Zusammengesetzte Funktionen untersuchen · Zusammengesetzte Funktionen im Sachzusammenhang · Integrale von zusammengesetzten Funktionen (auch im Sachzusammenhang) 	<ul style="list-style-type: none"> · Problemlösen · Kommunizieren · Argumentieren · Werkzeuge nutzen 	Funktionen und Analysis	<ul style="list-style-type: none"> · Fortführung der Differentialrechnung · Funktionen als mathematische Modelle 	16
						81

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben: Analysis

Thema: *Eigenschaften von Funktionen*

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben das Krümmungsverhalten des Graphen einer Funktion mit Hilfe der 2. Ableitung
- verwenden notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien sowie weitere hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten
- führen Extremalprobleme durch Kombination mit Nebenbedingungen auf Funktionen einer Variablen zurück und lösen diese
- bestimmen Parameter einer Funktion mithilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben („Steckbriefaufgaben“)
- beschreiben den Gauß-Algorithmus als Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme
- wenden den Gauß-Algorithmus ohne digitale Werkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten an, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind
- interpretieren Parameter von Funktionen im Anwendungszusammenhang

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor. (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)
- beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (*Validieren*)
- vergleichen verschiedene Lösungswege bezüglich Unterschieden und Gemeinsamkeiten (*Reflektieren*)
- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung (*Validieren*)
- reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen (*Validieren*)

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- finden und stellen Fragen zu einer gegebenen Problemsituation (*Erkunden*)
- wählen heuristische Hilfsmittel (z. B. Skizze, informative Figur, Tabelle ...) aus, um die Situation zu erfassen (*Erkunden*)
- nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (z. B. systematisches Probieren, Darstellungswechsel, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Verallgemeinern ...) (*Lösen*)
- setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein (*Lösen*)

- berücksichtigen einschränkende Bedingungen (*Lösen*)
- führen einen Lösungsplan zielgerichtet aus (*Lösen*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige/hinreichende Bedingung, Folgerungen/Äquivalenz Und-/Oder-Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen) (*Begründen*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen den GTR zum Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen (*Begründen*)
- nutzen den GTR zum Darstellen von Funktionen (graphisch und als Wertetabelle)
- variieren zielgerichtet die Parameter von Funktionen
- nutzen den GTR zum graphischen Messen von Steigungen
- nutzen den GTR zum Berechnen von Ableitungen von Funktionen an einer Stelle

Thema: Integral

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- interpretieren Produktsummen im Kontext als Rekonstruktion des Gesamtbestandes oder Gesamteffektes einer Größe
- deuten die Inhalte von orientierten Flächen im Kontext
- skizzieren zu einer gegebenen Randfunktion die zugehörige Flächeninhaltsfunktion
- erläutern und vollziehen an geeigneten Beispielen den Übergang von der Produktsumme zum Integral auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs nach
- erläutern geometrisch-anschaulich den Zusammenhang zwischen Änderungsrate und Integralfunktion (Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung)
- nutzen die Intervalladditivität und Linearität von Integralen
- bestimmen Stammfunktionen ganzrationaler Funktionen
- bestimmen Integrale mithilfe von gegebenen Stammfunktionen und numerisch, auch unter Verwendung digitaler Werkzeuge
- ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate
- bestimmen Flächeninhalte mit Hilfe von bestimmten Integralen

Prozessbezogene Kompetenzen:

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus mathemathikhaltigen Texten und Darstellungen, aus mathematischen Fachtexten sowie aus Unterrichtsbeiträgen (*Rezipieren*)
- beschreiben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren (*Rezipieren*)
- erläutern mathematische Begriffe in theoretischen und Sachzusammenhängen (*Rezipieren*)
- formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege (*Produzieren*)
- wählen begründet eine geeignete Darstellungsform aus (*Produzieren*)
- wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (*Produzieren*)
- dokumentieren Arbeitsschritte nachvollziehbar (*Produzieren*)
- erstellen Ausarbeitungen und präsentieren sie (*Produzieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Vermutungen auf (*Vermuten*)
- unterstützen Vermutungen beispielgebunden (*Vermuten*)
- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (*Begründen*)
- erklären vorgegebene Argumentationen und mathematische Beweise (*Begründen*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen den GTR zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen
- Verwenden den GTR zum
 - ... Messen von Flächeninhalten zwischen Funktionsgraph und Abszisse
 - ... Ermitteln des Wertes eines bestimmten Integrals

Thema: Exponentialfunktionen

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben die Eigenschaften von Exponentialfunktionen
- bilden die Ableitung der natürlichen Exponentialfunktion
- beschreiben die besonderen Eigenschaften der natürlichen Exponentialfunktion
- bilden die Ableitung von Exponentialfunktionen mit beliebiger Basis

- bilden in einfachen Fällen zusammengesetzte Funktionen und deren Ableitung
- untersuchen Wachstums- und Zerfallsvorgänge mithilfe funktionaler Ansätze
- interpretieren Parameter von Funktionen im Anwendungszusammenhang

Prozessbezogene Kompetenzen:

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- erkennen Muster und Beziehungen (*Erkunden*)
- setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein (*Lösen*)
- wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen (*Lösen*)
- wählen geeignete Begriffe und Verfahren zur Lösung aus. (*Lösen*).
- berücksichtigen einschränkende Bedingungen. (*Lösen*).

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Vermutungen auf und präzisieren mit Fachbegriffen (*Vermuten*)
- nutzen mathematische Regeln und Sätze für Begründungen (*Begründen*)
- überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (*beurteilen*)
- beurteilen Argumentationsketten hinsichtlich ihrer Reichweite und Übertragbarkeit (*beurteilen*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- entscheiden situationsangemessen über den Einsatz mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge und wählen diese gezielt aus
- nutzen den GTR zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen
- verwenden den GTR zum
 - ... zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen
 - ... grafischen Messen von Steigungen

Thema: Zusammengesetzte Funktion

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- bilden in einfachen Fällen zusammengesetzte Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung)
- wenden die Produktregel auf Verknüpfungen von ganzrationalen Funktionen und Exponentialfunktionen an

- wenden die Kettenregel auf Verknüpfungen der natürlichen Exponentialfunktion mit linearen Funktionen an
- bilden die Ableitung von Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten
- verwenden notwendige und hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten
- interpretieren Parameter von Funktionen im Sachzusammenhang
- bestimmen Integrale mithilfe von gegebenen Stammfunktionen und numerisch, auch unter Verwendung digitaler Werkzeuge
- ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate

Prozessbezogene Kompetenzen:

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen heuristische Ideen und Prinzipien
- wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen (*Lösen*)
- wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Lösung aus. (*Lösen*)

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- ordnen einem mathematischen Modell verschiedene passende Sachsituationen zu (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)
- beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (*Validieren*)
- verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung (*Validieren*)
- reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen (*Validieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Vermutungen auf, unterstützen beispielgebunden und präzisieren mit Fachbegriffen (*Vermuten*)
- nutzen mathematische Regeln und Sätze für Begründungen und verknüpfen Argumente zu Argumentationsketten (*Begründen*)
- nutzen verschiedene Argumentationsstrategien (*Begründen*)
- erkennen lückenhafte und fehlerhafte Argumentationsketten und vervollständigen bzw. korrigieren sie (*Beurteilen*).

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege (*Produzieren*)
- verwenden Fachsprache und fachspezifische Notation (*Produzieren*)

Werkzeuge nutzen*Die Schülerinnen und Schüler*

- entscheiden situationsangemessen über den Einsatz mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge und wählen diese gezielt aus
- verwenden den GTR zum
 - ... zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen
 - ... grafischen Messen von Steigungen
 - ... Berechnen der Ableitung der Funktion an einer Stelle

1.3 Qualifikationsphase 2 – Grundkurs

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

	Unterrichtsvorhaben	Aspekte	Zentrale Kompetenzen	Inhaltsfeld	Inhaltlicher Schwerpunkt	Ust.
6	Geraden	<ul style="list-style-type: none"> Wiederholung: Punkte im Raum, Vektoren, Rechnen mit Vektoren Geraden: gegenseitige Lage von Geraden Zueinander orthogonale Vektoren – Skalarprodukt Winkel zwischen Vektoren - Skalarprodukt 	<ul style="list-style-type: none"> Modellieren Werkzeuge nutzen 	Analytische Geometrie, Lineare Algebra	<ul style="list-style-type: none"> Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte (Geraden) Lagebeziehungen von Geraden 	20
7	Ebenen	<ul style="list-style-type: none"> Wiederholung: Das Gaußverfahren Lösungsmengen linearer Gleichungssysteme Ebenen im Raum – Parameterform Gegenseitige Lage von Gerade und Ebene Geometrische Objekte und Situationen im Raum 	<ul style="list-style-type: none"> Problemlösen Werkzeuge nutzen 	Analytische Geometrie, Lineare Algebra	<ul style="list-style-type: none"> Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte (Ebenen) Lineare Gleichungssysteme Lagebeziehungen von Gerade und Ebenen 	18
8	Wahrscheinlichkeitsverteilungen	<ul style="list-style-type: none"> Daten darstellen und durch Kenngrößen beschreiben Erwartungswert und Standardabweichung von Zufallsgrößen 	<ul style="list-style-type: none"> Modellieren 	Stochastik	<ul style="list-style-type: none"> Kenngrößen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen 	6
9	Binomialverteilung	<ul style="list-style-type: none"> Bernoulli-Experimente, Binomialverteilung Praxis der Binomialverteilung Problemlösen mit der Binomialverteilung Von der Stichprobe zur Grundgesamtheit 	<ul style="list-style-type: none"> Modellieren Argumentieren Werkzeuge nutzen 	Stochastik	<ul style="list-style-type: none"> Binomialverteilung Modellieren mit der Binomialverteilung 	16
10	Stochastische Prozesse	<ul style="list-style-type: none"> Stochastische Prozesse Stochastische Matrizen Matrizen multiplizieren Potenzen von Matrizen – Grenzverhalten 	<ul style="list-style-type: none"> Modellieren Problemlösen Argumentieren Werkzeuge nutzen 	Stochastik	<ul style="list-style-type: none"> Stochastische Prozesse 	12
						72

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben: Analytische Geometrie

Thema: Geraden

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Geraden und Strecken in Parameterform dar
- interpretieren den Parameter von Geradengleichungen im Sachkontext
- interpretieren die Lösungsmenge von linearen Gleichungssystemen
- untersuchen Lagebeziehungen zwischen Geraden
- berechnen Schnittpunkte von Geraden und deuten sie im Sachkontext
- deuten das Skalarprodukt geometrisch und berechnen es
- untersuchen mit Hilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung)

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beziehen die bearbeitete Lösung auf die Sachsituation (*Validieren*)
- beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (*Validieren*)
- verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung (*Validieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (Ober- / Unterbegriff) (*Begründen*)
- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige / hinreichende Bedingung, Folgerungen / Äquivalenz, Und- / Oder-Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen) (*Begründen*)
- überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (*Beurteilen*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen Geodreiecke, geometrische Modelle und Dynamische-Geometrie-Software
- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
 - ... grafischen Darstellen von Ortsvektoren, Vektorsummen und Geraden
 - ... Darstellen von Objekten im Raum

Thema: Ebenen

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen lineare Gleichungssysteme in Matrix-Vektor-Schreibweise dar
- beschreiben den Gauß-Algorithmus als Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme
- wenden den Gaußalgorithmus ohne digitale Werkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind, an
- interpretieren die Lösungsmenge von linearen Gleichungssystemen
- stellen Ebenen in Parameterform dar
- untersuchen Lagebeziehungen zwischen Geraden und Ebenen
- berechnen Schnittpunkte von Geraden sowie Durchstoßpunkte von Geraden mit Ebenen und deuten sie im Sachkontext

Prozessbezogene Kompetenzen:

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- wählen heuristische Hilfsmittel (z. B. Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren) aus, um die Situation zu erfassen (*Erkunden*)
- entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (*Lösen*)
- wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen (*Lösen*)
- nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (z. B. Darstellungswechsel, Zerlegen und Ergänzen, Symmetrien verwenden, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Fallunterscheidungen, Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten) (*Lösen*)
- führen einen Lösungsplan zielgerichtet aus (*Lösen*)
- vergleichen verschiedene Lösungswege bezüglich Unterschieden und Gemeinsamkeiten (*Reflektieren*)
- beurteilen und optimieren Lösungswege mit Blick auf Richtigkeit und Effizienz (*Reflektieren*)
- analysieren und reflektieren Ursachen von Fehlern (*Reflektieren*)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern mathematische Begriffe in theoretischen und in Sachzusammenhängen (*Rezipieren*)
- verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang (*Produzieren*)
- wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (*Produzieren*)
- dokumentieren Arbeitsschritte übersichtlich
- erstellen Ausarbeitungen und präsentieren sie (*Produzieren*)
- vergleichen und beurteilen ausgearbeitete Lösungen hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität (*Diskutieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (Ober- / Unterbegriff) (*Begründen*)
- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige/hinreichende Bedingung, Folgerungen/Äquivalenz, Und-/Oder-Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen) (*Begründen*)
- überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (*Beurteilen*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen und zum Darstellen von Objekten im Raum

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben: Stochastik

Thema: *Wahrscheinlichkeitsverteilungen*

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- untersuchen Lage- und Streumaße von Stichproben
- erläutern den Begriff der Zufallsgröße an geeigneten Beispielen
- bestimmen den Erwartungswert μ und die Standardabweichung σ von Zufallsgrößen und treffen damit prognostische Aussagen

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)

Thema: *Binomialverteilung*

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden Bernoulliketten zur Beschreibung entsprechender Zufallsexperimente
- erklären die Binomialverteilung im Kontext und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten
- beschreiben den Einfluss der Parameter n und p auf Binomialverteilungen und ihre graphische Darstellung
- bestimmen den Erwartungswert μ und die Standardabweichung σ von Zufallsgrößen
- nutzen Binomialverteilungen und ihre Kenngrößen zur Lösung von Problemstellungen
- schließen anhand einer vorgegebenen Entscheidungsregel aus einem Stichprobenergebnis auf die Grundgesamtheit

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)
- beurteilen die Angemessenheit aufgestellter Modelle für die Fragestellung (*Validieren*)
- reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen (*Validieren*)

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- analysieren und strukturieren die Problemsituation (*Erkunden*)
- Überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen und interpretieren Ergebnisse auf dem Hintergrund der Fragestellung (*Reflektieren*)
- analysieren und reflektieren Ursachen von Fehlern (*Reflektieren*)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- nehmen zu mathematikhaltigen, auch fehlerbehafteten Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung (*Diskutieren*)
- führen Entscheidungen auf der Grundlage fachbezogener Diskussionen herbei. (*Diskutieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (*Begründen*)
- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- verknüpfen Argumente zu Argumentationsketten (*Begründen*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen grafikfähige Taschenrechner und Tabellenkalkulationen [...]
- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
 - ... Generieren von Zufallszahlen
 - ... Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei binomialverteilten Zufallsgrößen
 - ... Erstellen der Histogramme von Binomialverteilungen
 - ... Variieren der Parameter von Binomialverteilungen
 - ... Berechnen der Kennzahlen von Binomialverteilungen (Erwartungswert, Standardabweichung)
 - ... Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei binomialverteilten Zufallsgrößen

Thema: Stochastische Prozesse

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben stochastische Prozesse mithilfe von Zustandsvektoren und stochastischen Übergangsmatrizen
- verwenden die Matrizenmultiplikation zur Untersuchung stochastischer Prozesse (Vorhersage nachfolgender Zustände, numerisches Bestimmen sich stabilisierender Zustände)

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- ordnen einem mathematischen Modell verschiedene passende Sachsituationen zu (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (*Begründen*)
- überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (*Beurteilen*)

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- analysieren und strukturieren eine gegebene Problemsituation (*Erkunden*)
- wählen heuristische Hilfsmittel aus, um die Situation zu erfassen (*Erkunden*)
- erkennen Muster und Beziehungen (*Erkunden*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen digitale Werkzeuge zum Durchführen von Operationen mit Vektoren und Matrizen
- reflektieren und begründen die Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge

1.4 Qualifikationsphase 1 – Leistungskurs

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

	Unterrichtsvorhaben	Aspekte	Zentrale Kompetenzen	Inhaltsfeld	Inhaltlicher Schwerpunkt	Ust.
1	Eigenschaften von Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> Wiederholung: Ableitung Bedeutung der 2. Ableitung Kriterien für Extrem- und Wendestellen Optimierungsprobleme Steckbriefaufgaben [Gauß-Verfahren] Funktionen mit Parameter Untersuchung von Funktionenscharen 	<ul style="list-style-type: none"> Modellieren Problemlösen Argumentieren Werkzeuge nutzen 	Funktionen und Analysis, [Lineare Algebra]	<ul style="list-style-type: none"> Funktionen als mathematische Modelle Fortführung der Differentialrechnung Lineare Gleichungssysteme lösen 	30
2	Integral	<ul style="list-style-type: none"> Rekonstruktion einer Größe Integral Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung Bestimmung von Stammfunktionen Integrale als Flächeninhalt Integralfunktion Unbegrenzte Flächen – uneigentliche Integrale Integral und Rauminhalt 	<ul style="list-style-type: none"> Argumentieren Kommunizieren Werkzeuge nutzen 	Funktionen und Analysis	<ul style="list-style-type: none"> Grundverständnis des Integralbegriffs Integralrechnung 	21
3	Exponentialfunktionen	<ul style="list-style-type: none"> Wiederholung: Eigenschaften von Exponentialfunktionen Natürliche Exponentialfunktion und ihre Ableitung Natürliche Logarithmusfunktion und Ableitung von Exponentialfunktionen Exponentialfunktionen und exponentielles Wachstum 	<ul style="list-style-type: none"> Modellieren Problemlösen Argumentieren Werkzeuge nutzen 	Funktionen und Analysis	<ul style="list-style-type: none"> Fortführung der Differentialrechnung Funktionen als mathematische Modelle 	26
4	Zusammengesetzte Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> Neue Funktionen aus alten Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung) Produktregel Kettenregel Zusammengesetzte Funktionen untersuchen Zusammengesetzte Funktionen im Sachzusammenhang Integrale von zusammengesetzten Funktionen (aus im Sachzusammenhang) 	<ul style="list-style-type: none"> Problemlösen Kommunizieren Argumentieren Werkzeuge nutzen 	Funktionen und Analysis	<ul style="list-style-type: none"> Fortführung der Differentialrechnung Funktionen als mathematische Modelle 	33
6	Geraden	<ul style="list-style-type: none"> Wiederholung: Punkte im Raum, Vektoren, Rechnen mit 	<ul style="list-style-type: none"> Modellieren 	Analytische Geo-	<ul style="list-style-type: none"> Darstellung und Untersu- 	20

		<p>Vektoren</p> <ul style="list-style-type: none"> · Geraden: gegenseitige Lage von Geraden · Zueinander orthogonale Vektoren – Skalarprodukt · Winkel zwischen Vektoren - Skalarprodukt 	<ul style="list-style-type: none"> · Werkzeuge nutzen 	metrie, Lineare Algebra	<ul style="list-style-type: none"> · chung geometrischer Objekte (Geraden) · Lagebeziehung von Geraden 	
7	Ebenen	<ul style="list-style-type: none"> · Wiederholung: Das Gaußverfahren · Lösungsmengen linearer Gleichungssysteme · Ebenen im Raum – Parameterform · Gegenseitige Lage von Gerade und Ebene · Geometrische Objekte und Situationen im Raum 	<ul style="list-style-type: none"> · Problemlösen · Werkzeuge nutzen 	Analtische Geometrie, Lineare Algebra	<ul style="list-style-type: none"> · Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte (Ebenen) · Lineare Gleichungssysteme · Lagebeziehungen von Geraden und Ebenen 	19
						149

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben: Analysis

Thema: *Eigenschaften von Funktionen*

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben das Krümmungsverhalten des Graphen einer Funktion mit Hilfe der 2. Ableitung
- verwenden notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien sowie weitere hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten
- führen Extremalprobleme durch Kombination mit Nebenbedingungen auf Funktionen einer Variablen zurück und lösen diese
- bestimmen Parameter einer Funktion mithilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben („Steckbriefaufgaben“)
- beschreiben den Gauß-Algorithmus als Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme
- wenden den Gauß-Algorithmus ohne digitale Werkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten an, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind
- interpretieren Parameter von Funktionen im Anwendungszusammenhang und untersuchen ihren Einfluss auf Eigenschaften auf Funktionenscharen.

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)
- beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (*Validieren*)
- vergleichen verschiedene Lösungswege bezüglich Unterschieden und Gemeinsamkeiten (*Reflektieren*)
- verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung (*Validieren*)
- reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen (*Validieren*)

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- finden und stellen Fragen zu einer gegebenen Problemsituation (*Erkunden*)
- wählen heuristische Hilfsmittel (z. B. Skizze, informative Figur, Tabelle ...) aus, um die Situation zu erfassen (*Erkunden*)
- nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (z. B. systematisches Probieren, Darstellungswechsel, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Verallgemeinern ...) (*Lösen*)
- setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein (*Lösen*)

- berücksichtigen einschränkende Bedingungen (*Lösen*)
- vergleichen unterschiedliche Lösungswege (*Reflektieren*)
- führen einen Lösungsplan zielgerichtet aus (*Lösen*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige/hinreichende Bedingung, Folgerungen/Äquivalenz Und-/Oder-Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen) (*Begründen*).

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen den GTR zum Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen (*Begründen*)
- nutzen den GTR zum Darstellen von Funktionen (graphisch und als Wertetabelle)
- variieren zielgerichtet die Parameter von Funktionen
- nutzen den GTR zum graphischen Messen von Steigungen
- nutzen den GTR zum Berechnen von Ableitungen von Funktionen an einer Stelle

Thema: Integral

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- interpretieren Produktsummen im Kontext als Rekonstruktion des Gesamtbestandes oder Gesamteffektes einer Größe
- deuten die Inhalte von orientierten Flächen im Kontext
- skizzieren zu einer gegebenen Randfunktion die zugehörige Flächeninhaltsfunktion
- erläutern und vollziehen an geeigneten Beispielen den Übergang von der Produktsumme zum Integral auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs
- erläutern geometrisch-anschaulich den Zusammenhang zwischen Änderungsrate und Integralfunktion (Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung)
- begründen den Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung unter Verwendung eines anschaulichen Stetigkeitsbegriffs.
- nutzen die Intervalladditivität und Linearität von Integralen
- bestimmen Stammfunktionen ganzrationaler Funktionen
- ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate oder der Randfunktion
- bestimmen Flächeninhalte mit Hilfe von bestimmten und uneigentlichen Integralen
- bestimmen Integrale mithilfe von gegebenen oder Nachschlagewerken entnommenen Stammfunktionen und numerisch
- erläutern den Zusammenhang zwischen Änderungsrate und Integralfunktion

- bestimmen Volumina von Körpern, die durch Rotation um die Abszisse entstehen, mit Hilfe von bestimmten und uneigentlichen Integralen

Prozessbezogene Kompetenzen:

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus mathemathikhaltigen Texten und Darstellungen, aus mathematischen Fachtexten sowie aus Unterrichtsbeiträgen (*Rezipieren*)
- beschreiben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren (*Rezipieren*)
- erläutern mathematische Begriffe in theoretischen und Sachzusammenhängen (*Rezipieren*)
- formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege (*Produzieren*)
- wählen begründet eine geeignete Darstellungsform aus (*Produzieren*)
- wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (*Produzieren*)
- dokumentieren Arbeitsschritte nachvollziehbar (*Produzieren*)
- erstellen Ausarbeitungen und präsentieren sie (*Produzieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Vermutungen auf (*Vermuten*)
- unterstützen Vermutungen beispielgebunden (*Vermuten*)
- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (*Begründen*)
- verknüpfen Argumente zu Argumentationsketten (*Begründen*)
- erklären vorgegebene Argumentationen und mathematische Beweise (*Begründen*)
- überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (*Beurteilen*).

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen den GTR zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen
- verwenden den GTR zum
 - ... Messen von Flächeninhalten zwischen Funktionsgraph und Abszisse
 - ... Ermitteln des Wertes eines bestimmten Integrals

Thema: Exponentialfunktionen

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben die Eigenschaften von Exponentialfunktionen und die besondere Eigenschaft der natürlichen Exponentialfunktion
- bilden die Ableitung der natürlichen Exponentialfunktion
- beschreiben und begründen die besonderen Eigenschaften der natürlichen Exponentialfunktion
- deuten die Ableitung der natürlichen Exponentialfunktion mithilfe der Approximation durch lineare Funktionen
- bilden die Ableitung von Exponentialfunktionen mit beliebiger Basis
- bilden in einfachen Fällen zusammengesetzte Funktionen und deren Ableitung
- untersuchen Wachstums- und Zerfallsvorgänge mithilfe funktionaler Ansätze
- interpretieren Parameter von Funktionen im Anwendungszusammenhang
- verwenden Exponentialfunktionen zur Beschreibung von Wachstums- und Zerfallsvorgängen und vergleichen die Qualität der Modellierung exemplarisch mit begrenztem Wachstum
- nutzen die natürliche Logarithmusfunktion als Umkehrung der natürlichen Exponentialfunktion
- bilden die Ableitung der natürlichen Logarithmusfunktion

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)
- beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (*Validieren*)
- verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung (*Validieren*)
- reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen (*Validieren*)

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- erkennen Muster und Beziehungen (*Erkunden*)
- setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein (*Lösen*)
- wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen (*Lösen*)
- wählen geeignete Begriffe und Verfahren zur Lösung aus. (*Lösen*).
- berücksichtigen einschränkende Bedingungen. (*Lösen*).

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Vermutungen auf und präzisieren mit Fachbegriffen (*Vermuten*)

- nutzen mathematische Regeln und Sätze für Begründungen (*Begründen*)
- überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (*beurteilen*)
- beurteilen Argumentationsketten hinsichtlich ihrer Reichweite und Übertragbarkeit (*beurteilen*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- entscheiden situationsangemessen über den Einsatz mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge und wählen diese gezielt aus
- nutzen den GTR zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen
- Verwenden den GTR zum
 - ... zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen
 - ... grafischen Messen von Steigungen
 - ... Berechnen der Ableitung einer Funktion an einer Stelle.

Thema: Zusammengesetzte Funktion

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- bilden in einfachen Fällen zusammengesetzte Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung)
- wenden die Produktregel auf Verknüpfungen von ganzrationalen Funktionen und Exponentialfunktionen an
- wenden die Kettenregel auf Verknüpfungen der natürlichen Exponentialfunktion mit linearen Funktionen an und bilden die Ableitung von Potenzfunktionen mit ganzzahligem Exponenten.
- bilden die Ableitung von Potenzfunktionen mit rationalem Exponenten
- wenden die Produkt- und Kettenregel zum Ableiten von Funktionen an
- verwenden notwendige und hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten
- untersuchen den Einfluss von Parametern auf Eigenschaften von Funktionenscharen.
- interpretieren Parameter von Funktionen im Sachzusammenhang
- führen Eigenschaften von zusammengesetzten Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung) argumentativ auf deren Bestandteile zurück
- nutzen die natürliche Logarithmusfunktion als Stammfunktion der Funktion $f(x) = \frac{1}{x}$
- bestimmen Integrale mithilfe von gegebenen Stammfunktionen und numerisch, auch unter Verwendung digitaler Werkzeuge
- ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate

Prozessbezogene Kompetenzen:

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen heuristische Ideen und Prinzipien

- wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen (*Lösen*)
- wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Lösung aus. (*Lösen*)

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- ordnen einem mathematischen Modell verschiedene passende Sachsituationen zu (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)
- beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (*Validieren*)
- verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung (*Validieren*)
- reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen (*Validieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Vermutungen auf, unterstützen beispielgebunden und präzisieren mit Fachbegriffen (*Vermuten*)
- nutzen mathematische Regeln und Sätze für Begründungen und verknüpfen Argumente zu Argumentationsketten (*Begründen*)
- nutzen verschiedene Argumentationsstrategien (*Begründen*)
- erkennen lückenhafte und fehlerhafte Argumentationsketten und vervollständigen bzw. korrigieren sie (*Beurteilen*).

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege (*Produzieren*)
- verwenden Fachsprache und fachspezifische Notation (*Produzieren*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- entscheiden situationsangemessen über den Einsatz mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge und wählen diese gezielt aus
- verwenden den GTR zum
 - ... zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen
 - ... grafischen Messen von Steigungen
 - ... Berechnen der Ableitung der Funktion an einer Stelle

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben: Analytische Geometrie

Thema: Geraden

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Geraden und Strecken in Parameterform dar
- interpretieren den Parameter von Geradengleichungen im Sachkontext
- interpretieren die Lösungsmenge von linearen Gleichungssystemen
- untersuchen Lagebeziehungen zwischen Geraden
- berechnen Schnittpunkte von Geraden und deuten sie im Sachkontext
- deuten das Skalarprodukt geometrisch und berechnen es
- untersuchen mit Hilfe des Skalarproduktes geometrische Objekte und Situationen im Raum (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung)

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beziehen die bearbeitete Lösung auf die Sachsituation (*Validieren*)
- beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (*Validieren*)
- verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung (*Validieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (Ober- / Unterbegriff) (*Begründen*)
- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige / hinreichende Bedingung, Folgerungen / Äquivalenz, Und- / Oder-Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen) (*Begründen*)
- überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (*Beurteilen*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen Geodreiecke, geometrische Modelle und Dynamische-Geometrie-Software
- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
 - ... grafischen Darstellen von Ortsvektoren, Vektorsummen und Geraden
 - ... Darstellen von Objekten im Raum

Thema: Ebenen

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen lineare Gleichungssysteme in Matrix-Vektor-Schreibweise dar
- beschreiben den Gauß-Algorithmus als Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme
- wenden den Gaußalgorithmus ohne digitale Werkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind, an
- interpretieren die Lösungsmenge von linearen Gleichungssystemen
- stellen Ebenen in Parameterform dar
- untersuchen Lagebeziehungen zwischen Geraden und Ebenen
- berechnen Schnittpunkte von Geraden sowie Durchstoßpunkte von Geraden mit Ebenen und deuten sie im Sachkontext
- stellen geradlinig begrenzte Punktmengen in Parameterform dar

Prozessbezogene Kompetenzen:

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- wählen heuristische Hilfsmittel (z. B. Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren) aus, um die Situation zu erfassen (*Erkunden*)
- entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (*Lösen*)
- wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen (*Lösen*)
- nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (z. B. Darstellungswechsel, Zerlegen und Ergänzen, Symmetrien verwenden, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Fallunterscheidungen, Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten) (*Lösen*)
- führen einen Lösungsplan zielgerichtet aus (*Lösen*)
- vergleichen verschiedene Lösungswege bezüglich Unterschieden und Gemeinsamkeiten (*Reflektieren*)
- beurteilen und optimieren Lösungswege mit Blick auf Richtigkeit und Effizienz (*Reflektieren*)
- analysieren und reflektieren Ursachen von Fehlern (*Reflektieren*)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern mathematische Begriffe in theoretischen und in Sachzusammenhängen (*Rezipieren*)
- verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang (*Produzieren*)
- wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (*Produzieren*)
- dokumentieren Arbeitsschritte übersichtlich
- erstellen Ausarbeitungen und präsentieren sie (*Produzieren*)
- vergleichen und beurteilen ausgearbeitete Lösungen hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität (*Diskutieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (Ober- / Unterbegriff) (*Begründen*)
- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige / hinreichende Bedingung, Folgerungen / Äquivalenz, Und- / Oder-Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen) (*Begründen*)
- überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (*Beurteilen*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen und zum Darstellen von Objekten im Raum

1.5. Qualifikationsphase 2 – Leistungskurs

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

	Unterrichtsvorhaben	Aspekte	Zentrale Kompetenzen	Inhaltsfeld	Inhaltlicher Schwerpunkt	Ust.
8	Abstände und Winkel	<ul style="list-style-type: none"> · Ebenengleichungen in Normalen- und Koordinatenform · Abstand zu einer Ebene · Abstand zu einer Geraden · Abstand zwischen windschiefen Geraden · Schnittwinkel 	<ul style="list-style-type: none"> · Problemlösen · Kommunizieren · Werkzeuge nutzen 	Analytische Geometrie, Lineare Algebra	<ul style="list-style-type: none"> · Lagebeziehungen und Abstände von Geraden, von Geraden und Ebenen und von Ebenen · Schnittwinkel zwischen Geraden, Geraden und Ebenen, Ebenen 	25
9	Wahrscheinlichkeitsverteilungen	<ul style="list-style-type: none"> · Daten darstellen und durch Kenngrößen beschreiben · Erwartungswert und Standardabweichung von Zufallsgrößen 	<ul style="list-style-type: none"> · Modellieren 	Stochastik	<ul style="list-style-type: none"> · Kenngrößen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen 	6
10	Binomialverteilung	<ul style="list-style-type: none"> · Bernoulli-Experimente, Binomialverteilung · Praxis der Binomialverteilung · Problemlösen mit der Binomialverteilung · Von der Stichprobe zur Grundgesamtheit 	<ul style="list-style-type: none"> · Modellieren · Argumentieren · Werkzeuge nutzen 	Stochastik	<ul style="list-style-type: none"> · Binomialverteilung 	16
11	Hypothesentest	<ul style="list-style-type: none"> · Ein- und zweiseitiger Signifikanztest · Fehler beim Testen von Hypothesen · Signifikanz und Relevanz 	<ul style="list-style-type: none"> · Modellieren · Problemlösen · Argumentieren · Kommunizieren 	Stochastik	<ul style="list-style-type: none"> · Hypothesentest 	16
12	Normalverteilung	<ul style="list-style-type: none"> · Stetige Zufallsgrößen · Die Analysis der Gaußschen Glockenfunktion · Normalverteilung, Satz von de Moivre-Laplace 	<ul style="list-style-type: none"> · Modellieren · Problemlösen · Kommunizieren · Werkzeuge nutzen 	Stochastik	<ul style="list-style-type: none"> · Analysis und Stochastik · Normalverteilung 	15
13	Stochastische Prozesse	<ul style="list-style-type: none"> · Stochastische Prozesse · Stochastische Matrizen · Matrizen multiplizieren · Potenzen von Matrizen – Grenzverhalten 	<ul style="list-style-type: none"> · Modellieren · Problemlösen · Argumentieren · Werkzeuge nutzen 	Stochastik	<ul style="list-style-type: none"> · Stochastische Prozesse 	14
						92

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben: Analytische Geometrie

Thema: *Abstände und Winkel*

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Ebenen in Koordinatenform dar
- stellen Ebenen in Normalenform dar und nutzen diese zur Orientierung im Raum
- bestimmen Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen
- untersuchen mit Hilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung)

Prozessbezogene Kompetenzen:

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- wählen heuristische Hilfsmittel (z. B. Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren) aus, um die Situation zu erfassen (*Erkunden*)
- entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (*Lösen*)
- wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen (*Lösen*)
- nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (z. B. Darstellungswechsel, Zerlegen und Ergänzen, Symmetrien verwenden, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Fallunterscheidungen, Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten) (*Lösen*)
- führen einen Lösungsplan zielgerichtet aus (*Lösen*)
- vergleichen verschiedene Lösungswege bezüglich Unterschieden und Gemeinsamkeiten (*Reflektieren*)
- beurteilen und optimieren Lösungswege mit Blick auf Richtigkeit und Effizienz (*Reflektieren*)
- analysieren und reflektieren Ursachen von Fehlern (*Reflektieren*)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern mathematische Begriffe in theoretischen und in Sachzusammenhängen (*Rezipieren*)
- verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang (*Produzieren*)
- wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (*Produzieren*)
- dokumentieren Arbeitsschritte übersichtlich
- wählen begründet eine geeignete Darstellungsform aus (*Produzieren*)
- erstellen Ausarbeitungen und präsentieren sie (*Produzieren*)
- vergleichen und beurteilen ausgearbeitete Lösungen hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität (*Diskutieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (Ober- / Unterbegriff) (*Begründen*)
- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige / hinreichende Bedingung, Folgerungen / Äquivalenz, Und- / Oder-Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen) (*Begründen*)
- überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (*Beurteilen*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen und zum Darstellen von Objekten im Raum

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben: Stochastik

Thema: *Wahrscheinlichkeitsverteilungen*

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- untersuchen Lage- und Streumaße von Stichproben
- erläutern den Begriff der Zufallsgröße an geeigneten Beispielen
- bestimmen den Erwartungswert μ und die Standardabweichung σ von Zufallsgrößen und treffen damit prognostische Aussagen

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)

Thema: *Binomialverteilung*

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden Bernoulliketten zur Beschreibung entsprechender Zufallsexperimente
- erklären die Binomialverteilung einschließlich der kombinatorischen Bedeutung der Binomialkoeffizienten und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten
- nutzen Binomialverteilungen und ihre Kenngrößen zur Lösung von Problemstellungen
- beschreiben den Einfluss der Parameter n und p auf Binomialverteilungen und ihre graphische Darstellung
- bestimmen den Erwartungswert μ und die Standardabweichung σ von binomialverteilten Zufallsgrößen und treffen damit prognostische Aussagen
- nutzen die σ -Regeln für prognostische Aussagen
- nutzen Binomialverteilungen und ihre Kenngrößen zur Lösung von Problemstellungen

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)
- beurteilen die Angemessenheit aufgestellter Modelle für die Fragestellung (*Validieren*)
- reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen (*Validieren*)

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- analysieren und strukturieren die Problemsituation (*Erkunden*)
- Überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen und interpretieren Ergebnisse auf dem Hintergrund der Fragestellung (*Reflektieren*)
- analysieren und reflektieren Ursachen von Fehlern (*Reflektieren*)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- nehmen zu mathemathhaltigen, auch fehlerbehafteten Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung (*Diskutieren*)
- führen Entscheidungen auf der Grundlage fachbezogener Diskussionen herbei. (*Diskutieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (*Begründen*)
- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- verknüpfen Argumente zu Argumentationsketten (*Begründen*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen grafikfähige Taschenrechner und Tabellenkalkulationen [...]
- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
 - ... Generieren von Zufallszahlen
 - ... Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei binomialverteilten Zufallsgrößen
 - ... Erstellen der Histogramme von Binomialverteilungen
 - ... Variieren der Parameter von Binomialverteilungen
 - ... Berechnen der Kennzahlen von Binomialverteilungen (Erwartungswert, Standardabweichung)
 - ... Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei binomialverteilten Zufallsgrößen

Thema: Hypothesentest

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- interpretieren Hypothesentests bezogen auf den Sachkontext und das Erkenntnisinteresse
- beschreiben und beurteilen Fehler 1. und 2. Art

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- analysieren und strukturieren die Problemsituation (*Erkunden*)
- überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen und interpretieren Ergebnisse auf dem Hintergrund der Fragestellung (*Reflektieren*)
- analysieren und reflektieren Ursachen von Fehlern (*Reflektieren*)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- nehmen zu mathemathhaltigen, auch fehlerbehafteten Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung (*Diskutieren*)
- führen Entscheidungen auf der Grundlage fachbezogener Diskussionen herbei. (*Diskutieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erkennen lückenhafte und fehlerhafte Argumentationsketten und vervollständigen bzw. korrigieren sie (*Begründen*)
- überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (*Beurteilen*)
- (*Begründen*)
- Beurteilen Argumentationsketten hinsichtlich ihrer Reichweite und Übertragbarkeit (*Begründen*)

Thema: Normalverteilung

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- unterscheiden diskrete und stetige Zufallsgrößen und deuten die Verteilungsfunktion als Integralfunktion
- untersuchen stochastische Situationen, die zu annähernd normalverteilten Zufallsgrößen führen
- beschreiben den Einfluss der Parameter μ und σ auf die Normalverteilung und die graphische Darstellung ihrer Dichtefunktion (Gaußsche Glockenkurve)

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- übersetzen komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (*Validieren*)
- reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen (*Validieren*)

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- erkennen Muster und Beziehungen (*Erkunden*)
- analysieren und strukturieren die Problemsituation (*Erkunden*)
- Überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen und interpretieren Ergebnisse auf dem Hintergrund der Fragestellung (*Reflektieren*)
- analysieren und reflektieren Ursachen von Fehlern (*Reflektieren*)
- entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (*Lösen*)
- wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen (*Lösen*)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- nehmen zu mathematikhaltigen, auch fehlerbehafteten Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung (*Diskutieren*)
- führen Entscheidungen auf der Grundlage fachbezogener Diskussionen herbei. (*Diskutieren*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
 - ... Generieren von Zufallszahlen
 - ... Variieren der Parameter von Wahrscheinlichkeitsverteilungen
 - ... Erstellen der Histogramme von Binomialverteilungen
 - ... Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei normalverteilten Zufallsgrößen

- nutzen digitale Hilfsmittel und digitale Werkzeuge zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen
- entscheiden situationsangemessen über den Einsatz mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge, wählen sie gezielt aus und nutzen sie zum Erkunden ..., Berechnen und Darstellen
- reflektieren und begründen die Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge

Thema: Stochastische Prozesse

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben stochastische Prozesse mithilfe von Zustandsvektoren und stochastischen Übergangsmatrizen
- verwenden die Matrizenmultiplikation zur Untersuchung stochastischer Prozesse (Vorhersage nachfolgender Zustände, numerisches Bestimmen sich stabilisierender Zustände)

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- ordnen einem mathematischen Modell verschiedene passende Sachsituationen zu (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (*Begründen*)
- überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (*Beurteilen*)

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- analysieren und strukturieren eine gegebene Problemsituation (*Erkunden*)
- wählen heuristische Hilfsmittel aus, um die Situation zu erfassen (*Erkunden*)
- erkennen Muster und Beziehungen (*Erkunden*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen digitale Werkzeuge zum Durchführen von Operationen mit Vektoren und Matrizen
- reflektieren und begründen die Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge

2. Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Aufbauend auf den in §48 SchulG, §13 APO-GOST und Kapitel 3 des Kernlehrplans Mathematik niedergelegten Grundlagen zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung hat die Fachgruppe Mathematik Absprachen getroffen, um die Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung transparent und vergleichbar zu halten. Über die Absprachen hinaus können zusätzlich bezogen auf eine Lerngruppe oder in Absprache der parallel unterrichtenden KollegInnen einer Jahrgangsstufe weitere Instrumente zur Leistungsüberprüfung und Leistungsrückmeldung einbezogen werden.

2.1 Überprüfung der schriftlichen Leistung – Klausuren

Anzahl und Dauer der Klausuren

Einführungsphase: Zwei Klausuren je Halbjahr, davon eine (in der Regel die vierte Klausur in der Einführungsphase) als landeseinheitlich zentral gestellte Klausur. Die Rahmenbedingungen für die landeseinheitlich zentral gestellte Klausur müssen jeweils nachgeschlagen werden (<https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de>)

Dauer der Klausuren: 2 Unterrichtsstunden. (Vgl. APO-GOST B § 14 (1) und VV 14.1.)

Grundkurse Q-Phase Q 1.1 – Q 2.1: Zwei Klausuren je Halbjahr.

Dauer der Klausuren: 2 Unterrichtsstunden (Q1.1-Q1.2),

3 Unterrichtsstunden (Q2.1). (Vgl. APO-GOST B § 14 (2) und VV 14.12)

Grundkurse Q-Phase Q 2.2: Eine Klausur unter Abiturbedingungen für Schülerinnen und Schüler, die Mathematik als 3. Abiturfach gewählt haben.

Dauer der Klausur: 3 Zeitstunden. (Vgl. APO-GOST B § 14 (2) und VV 14.2.)

Leistungskurse Q-Phase Q 1.1 – Q 2.1: Zwei Klausuren je Halbjahr.

Dauer der Klausuren: 3 Unterrichtsstunden (Q1.1-Q1.2),

4 Unterrichtsstunden (Q2.1). (Vgl. APO-GOST B § 14 (2) und VV 14.2.)

Leistungskurse Q-Phase Q 2.2: Eine Klausur unter Abiturbedingungen.

Dauer der Klausur: 4,25 Zeitstunden. (Vgl. APO-GOST B § 14 (2) und VV 14.2.)

Facharbeit: Gemäß Beschluss der Lehrerkonferenz wird die erste Klausur Q1.2 für diejenigen Schülerinnen und Schüler, die eine Facharbeit im Fach Mathematik schreiben, durch diese ersetzt. (Vgl. APO-GOST B § 14 (3) und VV 14.3.)

Formulieren von Klausuraufgaben

· **Die drei Anforderungsbereiche**

Im Rahmen der Klausuraufgaben werden die drei Anforderungsbereiche (KLP Kap. 4) in angemessener Weise berücksichtigt, der Anforderungsbereich II bildet dabei jeweils den Schwerpunkt.

AFBI: Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang, Verständnissicherung und Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken.

AFBII: selbständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalten.

AFBIII: Verarbeitung komplexer Sachverhalte mit dem Ziel zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen, selbständige Wahl geeigneter Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, Anwendung auf neue Problemstellung und Reflexion des eigenen Vorgehens.

· **Der hilfsmittelfreie Teil**

Mindestens eine Klausur je Schulhalbjahr enthält einen „hilfsmittelfreien“ Teil. Der Umfang und die zur Verfügung stehende Arbeitszeit können dabei individuell bestimmt werden.

Die genauen Rahmenbedingungen für den hilfsmittelfreien Teil sowie die inhaltliche Gestaltung des hilfsmittelfreien Teils in der zentral gestellten Klausur am Ende der Einführungsphase müssen jeweils nachgeschlagen werden: (<https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de>) Hier wird folgender Ablauf beschrieben:

Zu Beginn der Klausur wird der hilfsmittelfreie Teil bearbeitet (max. 20 Minuten). Wenn die Schülerin oder der Schüler die Aufgaben und die Lösungen von Teil 1 abgibt, erhält sie oder er die Aufgaben von Teil 2 sowie die zugelassenen Hilfsmittel (Taschenrechner und Formelsammlung). Die Bearbeitungszeit der gesamten Klausur beträgt genau 100 Minuten. Für Schülerinnen oder Schüler, die die Aufgaben und die Lösungen von Teil 1 vorzeitig abgeben, verlängert sich entsprechend die Bearbeitungszeit für Teil 2.

· **Operatoren**

Für die Aufgabenstellung der Klausuraufgaben werden die Operatoren der Aufgaben des Zentralabiturs verwendet. Diese werden mit den Schülerinnen und Schülern im Unterricht besprochen.

Operator	Definition	AFB-Bandbreite
angeben, nennen	Objekte, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen, Begründungen und ohne Darstellung von Lösungsansätzen oder Lösungswegen aufzählen	I–II, vorw. I
aufstellen, darstellen, erstellen	Sachverhalte, Vermutungen, Zusammenhänge, Methoden, Gleichungen, Gleichungssysteme in übersichtlicher, fachlich sachgerechter oder vorgegebener Form notieren	I–II, vorw. II
begründen	Sachverhalte auf Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen (hierbei sind Regeln und mathematische Beziehungen zu nutzen)	II
berechnen	Ergebnisse mit Darstellung von Ansatz und Berechnung gewinnen	I–II, vorw. I
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Verfahren in eigenen Worten unter Berücksichtigung der Fachsprache sprachlich angemessen wiedergeben (hier sind auch Einschränkungen möglich z.B.: Beschreiben	I– II, vorw. II

	Sie in Stichworten ...)	
bestimmen, ermitteln	Zusammenhänge bzw. Lösungswege aufzeigen, das Vorgehen darstellen und die Ergebnisse formulieren	II
beurteilen	zu Sachverhalten ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen	II–III, vorw. III
beweisen, widerlegen	Beweise im mathematischen Sinne unter Verwendung von bekannten mathematischen Sätzen, logischen Schlüssen und Äquivalenzumformungen, ggf. unter Verwendung von Gegenbeispielen, führen	II–III, vorw. III
darstellen, aufstellen, erstellen	Sachverhalte, Vermutungen, Zusammenhänge, Methoden, Gleichungen, Gleichungssysteme in übersichtlicher, fachlich sachgerechter oder vorgegebener Form notieren	I–II, vorw. II
definieren	die Bedeutung eines Begriffs unter Abgrenzung zu benachbarten Begriffen und der Angabe unveränderlicher Merkmale bestimmen	I–II, vorw. II
entscheiden	sich bei Alternativen eindeutig auf eine Möglichkeit festlegen, eine Begründung ist nicht erforderlich (sofern sie nicht durch einen ergänzenden Operator gefordert wird)	I–II, vorw. II
erklären, erläutern	Sachverhalte verständlich und nachvollziehbar machen und in Zusammenhänge einordnen	II
erläutern, erklären	Sachverhalte verständlich und nachvollziehbar machen und in Zusammenhänge einordnen	II
ermitteln, bestimmen	Zusammenhänge bzw. Lösungswege aufzeigen, das Vorgehen darstellen und die Ergebnisse formulieren	II
erstellen, aufstellen, darstellen	Sachverhalte, Vermutungen, Zusammenhänge, Methoden, Gleichungen, Gleichungssysteme in übersichtlicher, fachlich sachgerechter oder vorgegebener Form notieren	I–II, vorw. II
graphisch darstellen	hinreichend exakte graphische Darstellungen von Objekten oder Daten anfertigen	I–II, vorw. II
herleiten	die Entstehung oder Ableitung von gegebenen oder beschriebenen Sachverhalten oder Gleichungen aus anderen Sachverhalten darstellen	II
interpretieren	Zusammenhänge bzw. Ergebnisse begründet auf gegebene Fragestellungen beziehen	II
klassifizieren, ordnen	Begriffe, Gegenstände, Daten etc. auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen	II
nachweisen	Aussagen oder Sachverhalte unter Nutzung von gültigen Schlussregeln, Berechnungen, Herleitungen oder logischen Begründungen bestätigen	II–III, vorw. III
nennen, angeben	Objekte, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen, Begründungen und ohne Darstellung von Lösungsansätzen oder Lösungswegen aufzählen	I–II, vorw. I
ordnen, klassifizieren	Begriffe, Gegenstände, Daten etc. auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen	II

prüfen, untersuchen	Sachverhalte, Probleme, Fragestellungen nach bestimmten, fachlich üblichen bzw. sinnvollen Kriterien bearbeiten	II
skizzieren	wesentliche Eigenschaften von Sachverhalten oder Objekten graphisch darstellen (auch Freihandskizzen möglich)	I–II, vorw. II
untersuchen, prüfen,	Sachverhalte, Probleme, Fragestellungen nach bestimmten, fachlich üblichen bzw. sinnvollen Kriterien bearbeiten	II
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln	II
widerlegen, beweisen	Beweise im mathematischen Sinne unter Verwendung von bekannten mathematischen Sätzen, logischen Schlüssen und Äquivalenzumformungen, ggf. unter Verwendung von Gegenbeispielen, führen	II–III, vorw. III
zeichnen	Hinreichend exakte graphische Darstellungen von Objekten oder Daten anfertigen	I–II, vorw. II
zeigen	Aussagen oder Sachverhalte unter Nutzung von gültigen Schlussregeln, Berechnungen, Herleitungen oder logischen Begründungen bestätigen	II–III, vorw. III

Die Operatoren können durch einschränkende Zusatzangaben oder weitere Vorgaben ergänzt werden (z.B. „Bestimmen Sie grafisch...“). Speziell kann bei der Verfügbarkeit von GTR bzw. CAS im Einzelfall die Darstellung eines Lösungsweges gefordert werden, welcher auch ohne den Einsatz dieser Technologien nachvollziehbar ist.

Die Angabe einer Folge von GTR-Befehlen erfüllt nicht die Anforderung, ein Vorgehen („bestimmen“, „ermitteln“) oder eine Berechnung („berechnen“) darzustellen.

- **Vorbereitung auf das Zentralabitur**

Die Klausuren sollen zunehmend auf die inhaltlichen und formalen Anforderungen des schriftlichen Teils der Abiturprüfungen vorbereiten.

Bewertung der Klausuren

- **Bewertungsbogen**

Die Korrektur und Bewertung der Klausuren kann anhand eines kriterienorientierten Bewertungsbogens erfolgen, der an die entsprechenden Bögen des Zentralabiturs angelehnt ist. Die Schülerinnen und Schüler erhalten diesen Bewertungsbogen als Rückmeldung.

- **Zuordnung von Punkten und Notenstufen**

In der Regel soll die folgende Zuordnung von Punkten und Notenstufen, der Bewertung der Klausuren zugrunde gelegt werden:

Note	sehr gut	gut	befriedigend	ausreichend	mangelhaft	ungenügend
Anteil an der Gesamtpunktzahl	mind. 85%	mind. 70%	mind. 55%	mind. 40%	mind. 20%	mind. 0%

Facharbeit

Gemäß Beschluss der Lehrerkonferenz wird die erste Klausur Q1.2 für diejenigen SchülerInnen, die eine Facharbeit im Fach Mathematik schreiben, durch diese ersetzt. (Vgl. APO-GOST B § 14 (3) und VV 14.3.)

Die notwendige Differenzierung und Transparenz der Bewertung wird durch folgende Instrumente gewährleistet:

- zwei obligatorische Beratungsgespräche, in denen das Finden und Eingrenzen des Themas, Vorgehensweise und Zeile sowie die Gliederung der Arbeit thematisiert werden
- Methodentag und Reader zum Thema „Facharbeit“ in der Q1 (www.gymnasiumaspe.de)
- FachlehrerInnengutachten

2.2 Überprüfung der sonstigen Mitarbeit

Aspekte der Bewertung der sonstigen Mitarbeit

In die Bewertung der sonstigen Mitarbeit fließen folgende Aspekte ein, die den SchülerInnen bekanntgegeben werden:

- Beteiligung am Unterrichtsgespräch (Quantität und Kontinuität):
Wiederholung, Zusammenfassung, weiterführende Fragen, Vermutungen, Bewertungen, Einbringen außerunterrichtlicher Erfahrungen, ...
- Qualität der Beiträge (inhaltlich und methodisch)
- Eingehen auf Beiträge und Argumentationen von MitschülerInnen, Unterstützung von Mitlernenden
- Umgang mit neuen Problemen, Beteiligung bei der Suche nach neuen Lösungswegen
- Selbstständigkeit im Umgang mit der Arbeit
- Umgang mit Arbeitsaufträgen (Hausaufgaben, Unterrichtsaufgaben...)
- Anstrengungsbereitschaft und Konzentration auf die Arbeit
- Beteiligung während kooperativer Arbeitsphasen
- Darstellungsleistung bei Referaten oder Plakaten und beim Vortrag von Lösungswegen
- Ergebnisse schriftlicher Übungen
- Anfertigen zusätzlicher Arbeiten, z. B. eigenständige Ausarbeitungen im Rahmen binnendifferenzierender Maßnahmen

Kriterien für die Bewertung der sonstigen Mitarbeit

Im Folgenden werden Kriterien für die Bewertung der sonstigen Leistungen jeweils für eine gute bzw. eine ausreichende Leistung dargestellt. Dabei ist bei der Bildung der Quartals- und Abschlussnote jeweils die Gesamtentwicklung der Schülerin bzw. des Schülers zu berücksichtigen, eine arithmetische Bildung aus punktuell erteilten Einzelnoten erfolgt nicht:

Leistungsaspekt	Anforderungen für eine	
	gute Leistung	ausreichende Leistung
	Die/der SchülerIn...	

Qualität der Unterrichtsbeiträge	nennt richtige Lösungen und begründet sie nachvollziehbar im Zusammenhang der Aufgabenstellung	nennt teilweise richtige Lösungen, in der Regel jedoch ohne nachvollziehbare Begründungen
	geht selbstständig auf andere Lösungen ein, findet Argumente und Begründungen für eigene Beiträge	geht selten auf andere Lösungen ein, nennt Argumente, kann sie aber nicht begründen
	kann ihre/seine Ergebnisse auf unterschiedliche Art und mit unterschiedlichen Medien darstellen	kann ihre/seine Ergebnisse nur auf eine Art darstellen
Kontinuität/Quantität	beteiligt sich regelmäßig am Unterrichtsgespräch	nimmt eher selten am Unterrichtsgespräch teil
Selbstständigkeit	bringt sich von sich aus in den Unterricht ein	beteiligt sich gelegentlich eigenständig am Unterricht
	ist selbstständig ausdauernd bei der Sache und erledigt Aufgaben gründlich und zuverlässig	benötigt oft eine Aufforderung, um mit der Arbeit zu beginnen; arbeitet Rückstände nur teilweise auf
	strukturiert und erarbeitet neue Lerninhalte weitgehend selbstständig, stellt selbstständig Nachfragen	erarbeitet neue Lerninhalte mit umfangreicher Hilfestellung, fragt diese aber nur selten nach
	erarbeitet bereitgestellte Materialien selbstständig	erarbeitet bereitgestellte Materialien eher lückenhaft
Hausaufgaben	erledigt sorgfältig und vollständig die Hausaufgaben	erledigt die Hausaufgaben weitgehend vollständig, aber teilweise oberflächlich
	trägt Hausaufgaben mit nachvollziehbaren Erläuterungen vor	nennt die Ergebnisse, erläutert erst auf Nachfragen und oft unvollständig
Kooperation	bringt sich ergebnisorientiert in die Gruppen-/Partnerarbeit ein	bringt sich nur wenig in die Gruppen-/Partnerarbeit ein
	arbeitet kooperativ und respektiert die Beiträge anderer	unterstützt die Gruppenarbeit nur wenig, stört aber nicht
Gebrauch der Fachsprache	wendet Fachbegriffe sachangemessen an und kann ihre Bedeutung erklären	versteht Fachbegriffe nicht immer, kann sie teilweise nicht sachangemessen anwenden
Werkzeuggebrauch	setzt Werkzeuge im Unterricht sicher bei der Bearbeitung von Aufgaben und zur Visualisierung von Ergebnissen ein	benötigt häufig Hilfe beim Einsatz von Werkzeugen zur Bearbeitung von Aufgaben
Präsentation/Referat	präsentiert vollständig, strukturiert und gut nachvollziehbar	präsentiert an mehreren Stellen eher oberflächlich, die Präsentation weist Verständnislücken auf
Schriftliche Übung	ca. 75% der erreichbaren Punkte	ca. 50% der erreichbaren Punkte

2.3 Rückmeldung und Beratung

Die SchülerInnen erhalten z.B. mit Hilfe der Bewertungsbögen Rückmeldung über ihre Leistungen in den Klausuren. Außerdem wird den SchülerInnen jeweils am Ende eines Quartals eine Rückmeldung zu ihrer Leistung im Bereich der Sonstigen Mitarbeit in Form von SoMi-Noten bekannt gegeben.

Die Bewertungen der Klausuren sowie die Übersicht über die Kriterien für die Bewertung der sonstigen Leistungen jeweils für eine gute bzw. eine ausreichende Leistung können als Grundlage für ein Beratungsgespräch im Sinne individueller Förderung genutzt werden.