



Schulinternes Curriculum

Mathematik

Sekundarstufe II ab Abitur 2026

Dezember 2024

Inhaltsverzeichnis

Entscheidungen zum Unterricht

→ Unterrichtsvorhaben

1. Übersichtsraster für die Einführungs- und Qualifikationsphase
2. Konkretisierte Unterrichtsvorhaben
 - 2.1 Einführungsphase
 - 2.2 Qualifikationsphase (LK und GK)*

*die dargestellte Verteilung ist vorläufig und wird nach den Schuljahren 2024/2025 (Q1) und 2025/2026 (Q2) evaluiert und aus den Erkenntnissen der ersten Durchführung (in den entsprechenden Schuljahren) heraus ergänzt.

Entscheidungen zum Unterricht

1. Übersichtsraster für die Einführungs- und Qualifikationsphase

Einführungsphase (EF)

<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p>Thema: Koordinatisierung des Raumes, Vektoren (Analytische Geometrie I)</p> <p>Zentrale Kompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellieren • Kommunizieren • Problemlösen <p>Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Koordinatisierungen des Raumes: Punkte, Ortsvektoren, Vektoren • Vektoroperationen: Addition und Multiplikation mit einem Skalar • Eigenschaften von Vektoren: Länge, Kollinearität 	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p>Thema: Beschreibung der Eigenschaften von Funktionen und deren Nutzung im Kontext (Analysis I)</p> <p>Zentrale Kompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Argumentieren • Operieren <p>Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionen: Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten, ganzrationale Funktionen • Eigenschaften von Funktionen: Verlauf des Graphen, Definitionsbereich, Wertebereich, Nullstellen Symmetrie, Verhalten im Unendlichen • Transformationen: Spiegelung an den Koordinatenachsen, Verschiebung, Streckung 	<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p>Thema: Ableitung – Von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate (Analysis II)</p> <p>Zentrale Kompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Argumentieren • Modellieren • Operieren <p>Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundverständnis des Ableitungsbegriffes: Mittlere und lokale Änderungsrate, graphisches Ableiten, Sekante und Tangente
<p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p>Thema: Untersuchung von Funktionen (Analysis III)</p> <p>Zentrale Kompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Problemlösen • Argumentieren • Operieren <p>Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Differentialrechnung: Ableitungsregeln (Potenz-, Summen- und Faktorregel), Monotonie, Extrempunkte, lokale und globale Extrema, Krümmungsverhalten, Wendepunkte 	<p><u>Unterrichtsvorhaben V:</u></p> <p>Thema: Geraden und ihre Lage im Raum (Analytische Geometrie II)</p> <p>Zentrale Kompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellieren • Kommunizieren • Problemlösen <p>Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geraden und Strecken: Parameterform • Lagebeziehung von Geraden: identisch, parallel, windschief, sich schneidend • Schnittpunkte: Geraden 	

<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p>Thema: Fortführung der Differenzialrechnung</p> <p>Zentrale Kompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operieren • Modellieren • Problemlösen <p>Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionen: ganzrationale Funktionen • Eigenschaften von Funktionen: Verlauf des Graphen, Definitionsbereich, Wertebereich, Nullstellen, Symmetrie, Verhalten im Unendlichen • Fortführung der Differentialrechnung: Extremwertprobleme, Rekonstruktion von Funktionstermen ("Steckbriefaufgaben") • Fortführung der Differentialrechnung: Funktionsscharen 	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p>Thema: Integralrechnung</p> <p>Zentrale Kompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operieren • Modellieren <p>Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integralrechnung: Produktsumme, orientierte Fläche, Bestandsfunktion, Integralfunktion, Stammfunktion, bestimmtes Integral, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung 	<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p>Thema: Statistik und Wahrscheinlichkeit</p> <p>Zentrale Kompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operieren • Modellieren <p>Inhaltsfeld: Stochastik</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mehrstufige Zufallsexperimente: Urnenmodelle, Baumdiagramme, Vierfeldertafeln, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Pfadregeln • Kenngrößen: Erwartungswert, Varianz, Standardabweichung • Diskrete Zufallsgrößen: Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Kenngrößen
<p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p>Thema: Binomialverteilung</p> <p>Zentrale Kompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operieren • Modellieren • Argumentieren <p>Inhaltsfeld: Stochastik</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diskrete Zufallsgrößen: Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Kenngrößen • Binomialverteilung: Kenngrößen, Histogramme • Binomialverteilung: Binomialkoeffizient 	<p><u>Unterrichtsvorhaben V (nur LK):</u></p> <p>Thema: <i>Prognoseintervalle - Konfidenzintervalle - Normalverteilung</i></p> <p>Zentrale Kompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operieren • Problemlösen • Argumentieren • Kommunizieren <p>Inhaltsfeld: Stochastik</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Binomialverteilung: σ-Regeln • Beurteilende Statistik: Prognoseintervall, Konfidenzintervall, Stichprobenumfang • Normalverteilung: Dichtefunktion („Gauß'sche Glockenkurve“), Parameter μ und σ, Graph der Verteilungsfunktion 	

Qualifikationsphase Q2

<p><u>Unterrichtsvorhaben VI:</u></p> <p>Thema: Exponentialfunktionen</p> <p>Zentrale Kompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operieren • Modellieren • Problemlösen <p>Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionen: Exponentialfunktionen Eigenschaften von Funktionen: Verlauf des Graphen, Definitionsbereich, Wertebereich, Nullstellen, Symmetrie, Verhalten im Unendlichen • Fortführung der Differentialrechnung: Funktionsscharen 	<p><u>Unterrichtsvorhaben VII:</u></p> <p>Thema: Zusammengesetzte Funktionen</p> <p>Zentrale Kompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operieren • Modellieren • Problemlösen <p>Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionen: ganzrationale Funktionen, Exponentialfunktionen • Eigenschaften von Funktionen: Verlauf des Graphen, Definitions- & Wertebereich, Nullstellen, Symmetrie, Verhalten im Unendlichen • Fortführung der Differentialrechnung: Produktregel, Extremwertprobleme, Rekonstruktion von Funktionstermen („Steckbriefaufgaben“) • Funktionen: Sinusfunktionen der Form $f(x)=a \sin(bx+c)+d$ und entsprechend für Kosinus • Fortführung der Differentialrechnung: Kettenregel, Funktionsscharen 	<p><u>Unterrichtsvorhaben VIII:</u></p> <p>Thema: Vektoren, Geraden und Winkel</p> <p>Zentrale Kompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operieren • Problemlösen <p>Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vektoroperation: Skalarprodukt • Schnittwinkel: Geraden
<p><u>Unterrichtsvorhaben IX:</u></p> <p>Thema: Ebenen</p> <p>Zentrale Kompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operieren • Modellieren • Problemlösen <p>Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ebenen: Parameterform, Koordinatenform, Normalenvektor • Schnittwinkel: Geraden, Geraden und Ebenen, Ebenen • Schnittpunkte: Geraden und Ebenen • Lineare Gleichungssysteme 	<p><u>Unterrichtsvorhaben X:</u></p> <p>Thema: Lagebeziehungen und Abstandsberechnungen</p> <p>Zentrale Kompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operieren • Problemlösen • Kommunizieren <p>Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lagebeziehungen und Abstände: Punkte, Geraden, Ebenen (alle Kombinationen) 	

2. Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

2.1 Einführungsphase

Unterrichtsvorhaben I:

Thema: Unterwegs in 3D – Koordinatisierung des Raumes und Vektoroperationen

Zeitraum ¹	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Vorhabenbezogene Absprachen oder Empfehlungen ²	Prozessbezogene Kompetenzen
ca. 12 UE	Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G) Inhaltlicher Schwerpunkt: Koordinatisierung des Raumes und Vektoren und Vektorenoperationen		<i>Die Schüler:innen...</i> Operieren Ope-(3) führen geeignete Rechenoperationen auf der Grundlage eines inhaltlichen Verständnisses durch, Ope-(4) verwenden Basiswissen, mathematische Regeln und Gesetze sowie Algorithmen bei der Arbeit mit mathematischen
	<i>Die Schüler:innen...</i>		Objekten, Ope-(8) erstellen Skizzen geometrischer Situationen und wechseln zwischen Perspektiven, Ope-(11) nutzen Mathematikwerkzeuge zum Darstellen, Berechnen, Kontrollieren und Präsentieren sowie zum Erkunden, Ope-(12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (MMS) zum Darstellen von geometrischen Situationen im Raum,
2 UE	...wählen geeignete kartesische Koordinatisierungen für die Bearbeitung eines geometrischen Sachverhalts in der Ebene und im Raum (1), ...stellen geometrische Objekte in einem räumlichen kartesischen Koordinatensystem dar (2),	<ul style="list-style-type: none"> Sammlung von bereits bekannten Koordinatisierungen (z.B. Mindmap mit kartesischen Koordinaten, geographischen Koordinaten, GPS) Wiederholung von Schrägbildern und Darstellung im MMS. 	
2 UE	...deuten Vektoren geometrisch als Verschiebungen und in bestimmten Sachkontexten als Geschwindigkeit (3),	<ul style="list-style-type: none"> Am Beispiel von Bewegungen (z.B. von Flugzeugen auf einem Radar) werden Verschiebungen und der Zusammenhang zur Geschwindigkeit deutlich. 	Modellieren
2 UE	...berechnen Längen von Vektoren und Abstände zwischen Punkten mithilfe des Satzes des Pythagoras (4),	<ul style="list-style-type: none"> Mithilfe von Vektoren werden Punkte und Strecken geometrischer Figuren in unterschiedlichen Darstellungsformen ermittelt. 	Mod-(1) erfassen und strukturieren zunehmend komplexe reale Situationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung, Mod-(2) treffen begründet Annahmen und nehmen Vereinfachungen realer Situationen vor,
3 UE	...addieren Vektoren, multiplizieren Vektoren mit einem Skalar und untersuchen Vektoren auf Kollinearität (5),	<ul style="list-style-type: none"> Mithilfe von Vektoren werden Eigenschaften geometrischer Figuren und besondere Punkte nachgewiesen, indem man den Begriff der Kollinearität einführt und anwendet. 	Problemlösen
3 UE	...weisen Eigenschaften geometrischer Figuren mithilfe von Vektoren nach (6).	<ul style="list-style-type: none"> Mithilfe von Vektoren werden wichtige Eigenschaften von Figuren (Vierecke und Dreiecke) überprüft. 	Pro-(2) analysieren und strukturieren die Problemsituation, Pro-(3) wählen zur Erfassung einer Situation heuristische Hilfsmittel aus (Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren), Argumentieren

¹ Bei den Angaben zum Zeitraum handelt es sich um Ca.-Angaben.

² Fettgedrucktes ist als verbindliche Absprache anzusehen, Normalgedrucktes hingegen stellt lediglich eine Empfehlung dar.

			<p>Arg-(5) begründen Lösungswege und nutzen dabei mathematische Regeln und Sätze sowie sachlogische Argumente,</p> <p>Kommunizieren Kom-(4) erfassen und erläutern mathematische Darstellungen, auch wenn diese nicht vertraut sind, Kom-(6) verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang, Kom-(7) wählen begründet geeignete digitale und analoge Medien und mathematische Darstellungsformen (graphisch-visuell, algebraisch-formal, numerisch-tabellarisch, verbal-sprachlich) aus, Kom-(8) wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen.</p>
--	--	--	--

Unterrichtsvorhaben II:

Thema: Beschreibung der Eigenschaften von Funktionen und deren Nutzung im Kontext

Zeitraum (ca.-Angaben)	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Vorhabenbezogene Absprachen oder Empfehlungen	Prozessbezogene Kompetenzen
ca. 24 Ustd.	<p>Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt: Grundlegende Eigenschaften von Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten und ganzrationalen Funktionen (Symmetrie, Verhalten im Unendlichen, Nullstellen), Transformationen</p>		<p><i>Die Schüler:innen...</i></p> <p>Operieren Ope-(1) wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an, Ope-(3) führen geeignete Rechenoperationen auf der Grundlage eines inhaltlichen Verständnisses durch, Ope-(5) führen Darstellungswechsel sicher aus, Ope-(6) führen verschiedene Lösungs- und Kontrollverfahren durch, vergleichen und bewerten diese, Ope-(7) nutzen schematisierte und strategiegeleitete Verfahren und wählen diese situationsgerecht aus, Ope-(11) nutzen Mathematikwerkzeuge zum Darstellen, Berechnen, Kontrollieren und Präsentieren sowie zum Erkunden,</p>
15 UE	<p><i>Die Schüler:innen...</i></p> <p>...bestimmen die Eigenschaften von Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten und ganzrationalen Funktionen (1), ...lösen Polynomgleichungen, die sich durch einfaches Ausklammern auf lineare oder quadratische Gleichungen zurückführen lassen, ohne Hilfsmittel (2),</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung von Potenzfunktionen und ganzrationalen Funktionen mit dem MMS (Zeichnen des Graphen, Wertetabellen, etc.) zur Betrachtung von Verlauf, Symmetrie, besonderen Punkte, Definitions- und Wertebereich und Verhalten für $x \rightarrow \pm\infty$. • Wiederholung und Erweiterung algebraischer Rechentechniken der SI ohne Hilfsmittel z.B. zur Ermittlung von Nullstellen. 	

3 UE	<p>...erkunden und systematisieren den Einfluss von Parametern im Funktionsterm auf die Eigenschaften der Funktion (quadratische Funktionen, Potenzfunktionen, Sinusfunktion) (3),</p>	<ul style="list-style-type: none"> Wiederholung und Vertiefung von aus der SI bekannten Funktionen (z.B. Sinusfunktion, lineare und quadratische Funktionen). Mit dem MMS wird durch Darstellungswechsel und Schieberegler der Einfluss von Parametern auf die Eigenschaften von Funktionen untersucht. 	<p>Ope-(12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (MMS) zum Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen auch abhängig von Parametern, zielgerichteten Variieren von Parametern von Funktionen, Erstellen von Graphen und Wertetabellen von Funktionen,</p>
6 UE	<p>...wenden Transformationen bezüglich beider Achsen auf Funktionen (ganzrationale Funktionen, Sinusfunktion) an und deuten die zugehörigen Parameter (4).</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mit dem MMS werden Transformationen von Funktionen graphisch dargestellt und mit Schieberegler erkundet. 	<p>Modellieren Mod-(1) erfassen und strukturieren zunehmend komplexe reale Situationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung, Mod-(2) treffen begründet Annahmen und nehmen Vereinfachungen realer Situationen vor, Mod-(3) übersetzen zunehmend komplexe reale Situationen in mathematische Modelle, Mod-(5) erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten Lösungen innerhalb des mathematischen Modells,</p> <p>Problemlösen Pro-(1) stellen Fragen zu zunehmend komplexen Problemsituationen, Pro-(4) erkennen Muster und Beziehungen und generieren daraus Vermutungen, Pro-(7) setzen Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein, Pro-(10) überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen und interpretieren diese vor dem Hintergrund der Fragestellung, Pro-(11) analysieren und reflektieren Ursachen von Fehlern, Pro-(12) vergleichen und beurteilen verschiedene Lösungswege und optimieren diese mit Blick auf Schlüssigkeit und Effizienz,</p> <p>Argumentieren Arg-(1) stellen Fragen, die für die Mathematik charakteristisch sind, und stellen begründete Vermutungen über die Existenz und Art von Zusammenhängen auf, Arg-(2) unterstützen Vermutungen durch geeignete Beispiele, Arg-(3) präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur, Arg-(13) überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können,</p> <p>Kommunizieren Kom-(1) erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus zunehmend komplexen mathemathikhaltigen analogen und</p>

			<p>digitalen Quellen sowie aus mathematischen Fachtexten und Unterrichtsbeiträgen, Kom-(3) erläutern mathematische Begriffe in innermathematischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen, Kom-(5) formulieren eigene Überlegungen und beschreiben zunehmend komplexe eigene Lösungswege, Kom-(6) verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang, Kom-(7) wählen begründet geeignete digitale und analoge Medien und mathematische Darstellungsformen (graphisch-visuell, algebraisch-formal, numerisch-tabellarisch, verbal-sprachlich) aus, Kom-(8) wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen, Kom-(10) konzipieren, erstellen und präsentieren analoge und digitale Lernprodukte, Kom-(11) greifen Beiträge auf und entwickeln sie weiter.</p>
--	--	--	---

Unterrichtsvorhaben III:

Thema: Ableitung – Von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate

Zeitraum (ca.-Angaben)	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Vorhabenbezogene Absprachen oder Empfehlungen	Prozessbezogene Kompetenzen
ca. 20 Ustd.	<p>Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt: Grundverständnis des Ableitungsbegriffs, Differenzialrechnung ganzrationaler Funktionen</p>		<p><i>Die Schüler:innen...</i></p> <p>Operieren Ope-(2) übersetzen symbolische und formale Sprache in natürliche Sprache und umgekehrt, Ope-(3) führen geeignete Rechenoperationen auf der Grundlage eines inhaltlichen Verständnisses durch, Ope-(4) verwenden Basiswissen, mathematische Regeln und Gesetze sowie Algorithmen bei der Arbeit mit mathematischen Objekten, Ope-(5) führen Darstellungswechsel sicher aus,</p>
	<i>Die Schüler:innen...</i>		
3 UE	<p>...berechnen mittlere und lokale Änderungsraten und interpretieren sie im Sachkontext (5),</p>	<ul style="list-style-type: none"> In verschiedenen Anwendungskontexten (z.B. Höhenprofil, Blitzer) werden durchschnittliche Änderungsraten und Steigungen betrachtet, berechnet und im Kontext interpretiert. Betrachtung von quadratischen Funktionen z.B. als Weg-Zeit-Funktionen bei Würfeln . 	

1 UE	...erläutern den Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und zurückgelegter Strecke anhand entsprechender Funktionsgraphen (6),	<ul style="list-style-type: none"> Als Kontext für den Übergang von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate wird die vermeintliche Diskrepanz zwischen der Durchschnittsgeschwindigkeit bei einer längeren Fahrt und der durch ein Messgerät (z.B. mithilfe eines Lasers) ermittelten Geschwindigkeit genutzt. 	<p>Ope-(10) recherchieren Informationen und Daten aus Medienangeboten (Printmedien, Internet und Formelsammlungen) und reflektieren diese kritisch,</p> <p>Ope-(11) nutzen Mathematikwerkzeuge zum Darstellen, Berechnen, Kontrollieren und Präsentieren so-wie zum Erkunden,</p>
2 UE	...erläutern qualitativ auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs an Beispielen den Übergang von der mittleren zur lokalen Änderungsrate und nutzen die Schreibweise $\lim_{x \rightarrow \dots} f(x)$ (7),	<ul style="list-style-type: none"> Ein MMS wird zur numerischen und graphischen Darstellung des Grenzüberganges von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate bzw. der Sekante zur Tangente (Zoomen) eingesetzt. Hierbei wird die Limes-Schreibweise verwendet. 	<p>Ope-(12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (MMS) zum Erstellen von Graphen und Wertetabellen von Funktionen,</p> <p>Modellieren</p>
2 UE	...deuten die Ableitung an einer Stelle als lokale Änderungsrate sowie als Steigung der Tangente an den Graphen (8),	<ul style="list-style-type: none"> Der Begriff der Tangente wird in Abgrenzung zu den in der SI aufgebauten Vorstellungen problematisiert und analytisch definiert. 	<p>Mod-(5) erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten Lösungen innerhalb des mathematischen Modells,</p> <p>Mod-(6) beziehen erarbeitete Lösungen wieder auf die reale Situation und interpretieren diese als Antwort auf die Fragestellung,</p>
4 UE	...bestimmen Sekanten-, Tangenten- sowie Normalensteigungen und berechnen Steigungswinkel (9),	<ul style="list-style-type: none"> Anhand von innermathematischen und anwendungsbezogenen Aufgaben vertiefen die Schüler:innen ihre erworbenen Kompetenzen und berechnen Gleichungen von Sekanten, Tangenten und Normalen sowie Steigungswinkel. 	<p>Problemlösen</p> <p>Pro-(2) analysieren und strukturieren die Problemsituation,</p> <p>Pro-(3) wählen zur Erfassung einer Situation heuristische Hilfsmittel aus (Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren),</p>
2 UE	...beschreiben und interpretieren Änderungsraten funktional (Ableitungsfunktion) (10),	<ul style="list-style-type: none"> Für geeignete einfache Funktionen werden der Grenzübergang bei der „h-Methode“ unter Verwendung der Limes-schreibweise exemplarisch durchgeführt und erste Ableitungsfunktionen berechnet. 	<p>Pro-(4) erkennen Muster und Beziehungen und generieren daraus Vermutungen,</p> <p>Pro-(7) setzen Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein,</p>
3 UE	...leiten Funktionen graphisch ab und entwickeln umgekehrt zum Graphen der Ableitungsfunktion einen passenden Funktionsgraphen (11),	<ul style="list-style-type: none"> Im Zusammenhang mit dem graphischen Ableiten und dem Begründen der Eigenschaften eines Funktionsgraphen sollen die Schüler:innen in besonderer Weise zum Vermuten, Begründen und Präzisieren ihrer Aussagen angehalten werden. 	<p>Argumentieren</p> <p>Arg-(3) präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur,</p> <p>Arg-(4) erläutern Zusammenhänge zwischen Fachbegriffen,</p> <p>Arg-(5) begründen Lösungswege und nutzen dabei mathematische Regeln und Sätze sowie sachlogische Argumente,</p>
3 UE	...nutzen die Ableitungsregel für Potenzfunktionen mit natürlichem Exponenten (13), ...wenden die Summen- und Faktorregel an und beweisen eine dieser Ableitungsregeln (14).	<ul style="list-style-type: none"> Um die Ableitungsregeln für (höhere) natürliche Potenzen zu vermuten, nutzen die Schüler:innen ein MMS. Die Potenzregel wird formuliert und bewiesen. Der Unterricht erweitert hier besonders Kompetenzen aus dem Bereich des Argumentierens. 	<p>Arg-(7) nutzen verschiedene Argumentationsstrategien (Gegenbeispiel, direktes Schlussfolgern, Widerspruch)</p> <p>Arg-(9) erklären vorgegebene Argumentationsketten und mathematische Beweise,</p> <p>Arg-(12) beurteilen Argumentationsketten hinsichtlich ihres Geltungsbereichs und ihrer Übertragbarkeit,</p> <p>Arg-(13) überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können,</p> <p>Kommunizieren</p>

			<p>Kom-(2) beschreiben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren, Kom-(3) erläutern mathematische Begriffe in innermathematischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen, Kom-(4) erfassen und erläutern mathematische Darstellungen, auch wenn diese nicht vertraut sind, Kom-(6) verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang, Kom-(8) wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen. Kom-(14) vergleichen und beurteilen mathemathikhaltige Informationen und Darstellungen in Alltagsmedien unter mathematischen Gesichtspunkten, Kom-(15) führen Diskussionsbeiträge zu einem Fazit zusammen</p>
--	--	--	---

Unterrichtsvorhaben IV:

Thema: Untersuchung von Funktionen

Zeitraum (ca.-Angaben)	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Vorhabenbezogene Absprachen oder Empfehlungen	Prozessbezogene Kompetenzen
ca. 16 Ustd.	<p>Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt: Monotonie, Krümmungsverhalten, Extrem- und Wendepunkte, Tangentengleichung</p>		<p><i>Die Schüler:innen...</i></p> <p>Operieren Ope-(1) wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an, Ope-(2) übersetzen symbolische und formale Sprache in natürliche Sprache und umgekehrt, Ope-(4) verwenden Basiswissen, mathematische Regeln und Gesetze sowie Algorithmen bei der Arbeit mit mathematischen Objekten, Ope-(5) führen Darstellungswechsel sicher aus, Ope-(7) nutzen schematisierte und strategiegeleitete Verfahren und wählen diese situationsgerecht aus, Ope-(9) verwenden grundlegende Eigenschaften mathematischer Objekte zur Bearbeitung von Problemstellungen,</p>
	<i>Die Schüler:innen...</i>		
2 UE	<p>...beschreiben das Monotonieverhalten einer Funktion mithilfe der Ableitung (12),</p>	<ul style="list-style-type: none"> Durch gleichzeitiges Visualisieren einer Ausgangsfunktion und ihrer Ableitungsfunktion entdecken die Lernenden die Zusammenhänge zwischen charakteristischen Punkten der beiden Graphen, woran im Folgenden angeknüpft wird. Für ganzrationale Funktionen werden die Zusammenhänge zwischen den Extrempunkten der Ausgangsfunktion und den Nullstellen ihrer Ableitung durch die Betrachtung von Monotonie-Intervallen und der möglichen Fälle bezogen auf 	

		Vorzeichenwechsel an den Nullstellen der Ableitung vertieft untersucht.	Ope-(11) nutzen Mathematikwerkzeuge zum Darstellen, Berechnen, Kontrollieren und Präsentieren so-wie zum Erkunden,
5 UE	<p>...unterscheiden lokale und globale Extrema im Definitionsbereich (15),</p> <p>...verwenden das notwendige Kriterium und hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- bzw. Wendepunkten (16),</p>	<ul style="list-style-type: none"> Die Schüler:innen üben, vorstellungsbezogen mithilfe von notwendigen und hinreichenden Bedingungen zu argumentieren. Neben den Fällen, in denen das Vorzeichenwechselkriterium angewendet wird, werden die Lernenden auch mit Situationen konfrontiert, in denen sie mit den Eigenschaften des Graphen oder Terms (Globalverhalten, Symmetrie) argumentieren. Dieses führt auch zur Unterscheidung von lokalen und globalen Extremstellen. 	<p>Ope-(12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (MMS) zum Erstellen von Graphen und Wertetabellen von Funktionen, Ermitteln eines Funktionsterms der Ableitung einer Funktion auch abhängig von Parametern,</p> <p>Ope-(13) entscheiden situationsangemessen über den Einsatz mathematischer Hilfsmittel und digitaler Mathematikwerkzeuge und wählen diese begründet aus,</p> <p>Ope-(14) reflektieren die Möglichkeiten und Grenzen digitaler Mathematikwerkzeuge.</p>
3 UE	...beschreiben das Krümmungsverhalten des Graphen einer Funktion mithilfe der 2. Ableitung (17),	<ul style="list-style-type: none"> Ausgehend von graphischen Darstellungen schließen sich Untersuchungen zum Krümmungsverhalten und damit die Betrachtung von Wendestellen an. Höhere Ableitungen werden auch im Rahmen von hinreichenden Bedingungen zur Bestimmung von Extrem- und Wendestellen genutzt. 	<p>Modellieren</p> <p>Mod-(3) übersetzen zunehmend komplexe reale Situationen in mathematische Modelle,</p> <p>Mod-(4) ordnen einem mathematischen Modell passende reale Situationen zu,</p> <p>Mod-(5) erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten Lösungen innerhalb des mathematischen Modells,</p>
6 UE	<p>...nutzen an den unterschiedlichen Darstellungsformen einer Funktion ablesbare Eigenschaften als Argumente, um Lösungswege effizient zu gestalten (18),</p> <p>...lösen innermathematische und anwendungsbezogene Problemstellungen mithilfe von ganzrationalen Funktionen (19).</p>	<ul style="list-style-type: none"> Beim Lösen von innermathematischen und anwendungsbezogenen Problemstellungen werden die erworbenen Kompetenzen vernetzt und vertieft. 	<p>Mod-(6) beziehen erarbeitete Lösungen wieder auf die reale Situation und interpretieren diese als Antwort auf die Fragestellung,</p> <p>Mod-(8) benennen Grenzen aufgestellter mathematischer Modelle und vergleichen Modelle bzgl. der Angemessenheit,</p> <p>Mod-(9) verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung,</p> <p>Problemlösen</p> <p>Pro-(4) erkennen Muster und Beziehungen und generieren daraus Vermutungen,</p> <p>Pro-(5) nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (Analogiebetrachtungen, Schätzen und Überschlagen, systematisches Probieren oder Ausschließen, Darstellungswechsel, Zerlegen und Ergänzen, Symmetrien verwenden, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Fallunterscheidungen, Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten, Spezialisieren und Verallgemeinern),</p> <p>Pro-(6) wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge, Verfahren sowie Medien und Werkzeuge zur Problemlösung aus,</p> <p>Pro-(8) berücksichtigen einschränkende Bedingungen,</p>

		<p>Pro-(9) entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege, planen Vorgehensweisen zur Lösung eines Problems und führen Lösungspläne zielgerichtet aus, Pro-(10) überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen und interpretieren diese vor dem Hintergrund der Fragestellung, Pro-(12) vergleichen und beurteilen verschiedene Lösungswege und optimieren diese mit Blick auf Schlüssigkeit und Effizienz, Pro-(13) benennen zugrundeliegende heuristische Strategien und Prinzipien und übertragen diese begründet auf andere Problemstellungen, Pro-(14) variieren und verallgemeinern Fragestellungen vor dem Hintergrund einer Lösung</p> <p>Argumentieren Arg-(1) stellen Fragen, die für die Mathematik und stellen charakteristisch sind, begründete Vermutungen über die Existenz und Art von Zusammenhängen auf, Arg-(4) erläutern Zusammenhänge zwischen Fachbegriffen, Arg-(5) begründen Lösungswege und nutzen dabei mathematische Regeln und Sätze sowie sachlogische Argumente, Arg-(6) entwickeln tragfähige Argumentationsketten durch die Verknüpfung von einzelnen Argumenten, Arg-(8) verwenden in ihren Begründungen vermehrt logische Strukturen (notwendige und hinreichende Bedingung, Folgerung, Äquivalenz, Und- sowie Oder- Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen), Arg-(9) erklären vorgegebene Argumentationsketten und mathematische Beweise, Arg-(10) beurteilen, ob vorliegende Argumentationsketten vollständig und fehlerfrei sind, Arg-(11) ergänzen lückenhafte und korrigieren fehlerhafte Argumentationsketten, Arg-(12) beurteilen Argumentationsketten hinsichtlich ihres Geltungsbereichs und ihrer Übertragbarkeit,</p> <p>Kommunizieren Kom-(5) formulieren eigene Überlegungen und beschreiben zunehmend komplexe eigene Lösungswege, Kom-(7) wählen begründet geeignete digitale und analoge Medien und mathematische Darstellungsformen (graphisch-visuell, algebraisch-formal, numerisch-tabellarisch, verbal-sprachlich) aus,</p>
--	--	--

			<p>Kom-(9) dokumentieren und präsentieren Arbeitsschritte, Lösungswege und Argumentationen vollständig und kohärent, Kom-(12) nehmen zu mathemathikhaltigen, auch fehlerbehafteten, Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung, Kom-(13) vergleichen und beurteilen ausgearbeitete Lösungen unter mathematischen Gesichtspunkten hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität.</p>
--	--	--	--

Unterrichtsvorhaben V:

Thema: Geraden und ihre Lage im Raum

Zeitraum (ca.-Angaben)	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Vorhabenbezogene Absprachen oder Empfehlungen	Prozessbezogene Kompetenzen
ca. 15 Ustd.	<p>Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)</p> <p>Inhaltlicher Schwerpunkt: Parametergleichung einer Geraden, Lagebeziehung von Geraden, Schnittpunkte von Geraden</p>		<p><i>Die Schüler:innen...</i></p> <p>Operieren Ope-(1) wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an, Ope-(6) führen verschiedene Lösungs- und Kontrollverfahren durch, vergleichen und bewerten diese, Ope-(8) erstellen Skizzen geometrischer Situationen und wechseln zwischen Perspektiven,</p>
	<i>Die Schüler:innen...</i>		
4 UE	<p>...stellen Geraden und Strecken in Parameterform dar (7),</p> <p>...interpretieren Parameter von Geradengleichungen im Sachkontext (8),</p>	<ul style="list-style-type: none"> Lineare Bewegungen werden z.B. im Kontext von Flugbahnen (Kondensstreifen) durch Startpunkt, Zeitparameter und Geschwindigkeitsvektor beschrieben. Dabei sollten Modellierungsfragen (reale Geschwindigkeiten, Größe der Flugobjekte, Flugebenen) einbezogen und diskutiert werden. 	<p>Modellieren Mod-(2) treffen begründet Annahmen und nehmen Vereinfachungen realer Situationen vor, Mod-(3) übersetzen zunehmend komplexe reale Situationen in mathematische Modelle, Mod-(5) erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten Lösungen innerhalb des mathematischen Modells, Mod-(7) reflektieren die Abhängigkeit der Lösungen von den getroffenen Annahmen, Mod-(8) benennen Grenzen aufgestellter mathematischer Modelle und vergleichen Modelle bzgl. der Angemessenheit,</p>
3 UE	<p>...untersuchen Lagebeziehungen von Geraden (9),</p>	<ul style="list-style-type: none"> Im Anwendungskontext (z.B. Kondensstreifen von Flugzeugen) werden Lagebeziehungen von Geraden untersucht und systematisiert. Einen Bezug zu den unterschiedlichen Lagebeziehungen können die Schüler:innen herstellen, wenn sie zugleich die auf eine Landkarte reduzierte Situation mit nur zwei Gleichungen untersuchen. 	

2 UE	...untersuchen geometrische Situationen im Raum mithilfe digitaler Mathematikwerkzeuge (10),	<ul style="list-style-type: none"> für komplexere LGS wird ein MMS verwendet. 	<p>Problemlösen</p> <p>Pro-(6) wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge, Verfahren sowie Medien und Werkzeuge zur Problemlösung aus, Pro-(7) setzen Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein, Pro-(8) berücksichtigen einschränkende Bedingungen, Pro-(9) entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege, planen Vorgehensweisen zur Lösung eines Problems und führen Lösungspläne zielgerichtet aus, Pro-(10) überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen und interpretieren diese vor dem Hintergrund der Fragestellung, Pro-(12) vergleichen und beurteilen verschiedene Lösungswege und optimieren diese mit Blick auf Schlüssigkeit und Effizienz,</p> <p>Argumentieren</p> <p>Arg-(4) erläutern Zusammenhänge zwischen Fachbegriffen, Arg-(6) entwickeln tragfähige Argumentationsketten durch die Verknüpfung von einzelnen Argumenten, Arg-(7) nutzen verschiedene Argumentationsstrategien (Gegenbeispiel, direktes Schlussfolgern, Widerspruch), Arg-(8) verwenden in ihren Begründungen vermehrt logische Strukturen (notwendige und hinreichende Bedingung, Folgerung, Äquivalenz, Und- sowie Oder- Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen),</p> <p>Kommunizieren</p> <p>Kom-(2) beschreiben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren, Kom-(3) erläutern mathematische Begriffe in innermathematischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen, Kom-(10) konzipieren, erstellen und präsentieren analoge und digitale Lernprodukte, Kom-(11) greifen Beiträge auf und entwickeln sie weiter, Kom-(12) nehmen zu mathemathhaltigen, auch fehlerbehafteten, Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung.</p>
3 UE	...nutzen Eigenschaften von Vektoren und Parametergleichungen von Geraden beim Lösen von innermathematischen und anwendungsbezogenen Problemstellungen (11),	<ul style="list-style-type: none"> Der Unterschied zwischen einer Geraden als Punktmenge (z.B. die Flugbahn) und einer Parametrisierung dieser Punktmenge als Funktion (von der Parametermenge in den Raum) soll herausgearbeitet werden. Auch die Parametrisierung einer Strecke wird in diesem Rahmen thematisiert. 	
3 UE	...lösen lineare Gleichungssysteme im Zusammenhang von Lagebeziehungen von Geraden und interpretieren die jeweilige Lösungsmenge (12).	<ul style="list-style-type: none"> Die Untersuchung von Schnittpunkten zweier durch Geraden modellierter Flugbahnen führt auf ein lineares 3×2-Gleichungssystem Einfache lineare Gleichungssysteme mit zwei Variablen werden als Wiederholung aus der Sekundarstufe I ohne Hilfsmittel gelöst 	

2.2 Qualifikationsphase

Unterrichtsvorhaben I: Fortführung der Differenzialrechnung

Zeitraum	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (LK)	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (GK)	Vorhabenbezogene Absprachen oder Empfehlungen	prozessbezogene Kompetenzerwartungen
	Die Schülerinnen und Schüler...	Die Schülerinnen und Schüler...		Die Schülerinnen und Schüler...
	<p>Funktionen und Analysis</p> <p>(1) lösen biquadratische Gleichungen auch ohne Hilfsmittel</p> <p>(2) führen Extremwertprobleme durch Kombination mit Nebenbedingungen auf Funktionen einer Variablen zurück und lösen diese</p> <p>(3) nutzen die Eigenschaften von ganzrationalen Funktionen (...) sowie der Transformationen dieser Funktionen zur Beantwortung von Fragestellungen</p> <p>(4) bestimmen Parameter einer Funktion mithilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben</p> <p>(5) interpretieren Parameter von Funktionen im Kontext der Fragestellung und untersuchen ihren Einfluss auf Eigenschaften von Funktionsscharen</p> <p>(6) bilden ohne Hilfsmittel die Ableitungen von ganzrationalen Funktionen, (...) sowie von Potenzfunktionen mit rationalem Exponenten (...)</p> <p>(7) untersuchen Funktionen auch in Abhängigkeit von Parametern mithilfe von vorgegebenen und mit dem MMS ermittelten Ableitungen (...) im Kontext der Fragestellung</p> <p>(8) deuten die Ableitung mithilfe der Approximation durch lineare Funktionen</p> <p>(23) lösen innermathematische und anwendungsbezogene Problemstellungen mithilfe von ganzrationalen Funktionen, (...)</p>	<p>Funktionen und Analysis</p> <p>(1) führen Extremwertprobleme durch Kombination mit Nebenbedingungen auf Funktionen einer Variablen zurück und lösen diese</p> <p>(2) nutzen die Eigenschaften von ganzrationalen Funktionen, (...) sowie der Transformationen dieser Funktionen zur Beantwortung von Fragestellungen</p> <p>(3) bestimmen Parameter einer Funktion mithilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben</p> <p>(4) erläutern den Begriff der Umkehrfunktion am Beispiel der Wurzelfunktion unter Berücksichtigung des Graphen sowie des Definitions- und des Wertebereichs</p> <p>(5) bilden ohne Hilfsmittel die Ableitungen von ganzrationalen Funktionen (...) sowie der Potenzfunktionen \sqrt{x} und $\frac{1}{x}$ (...)</p> <p>(7) untersuchen Funktionen auch in Abhängigkeit von Parametern mithilfe von vorgegebenen und mit dem MMS ermittelten Ableitungen im Kontext der Fragestellung</p> <p>(20) lösen innermathematische und anwendungsbezogene Problemstellungen mithilfe von ganzrationalen Funktionen (...)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung von LGS für die Parameter ganzrationaler Funktionen aus gegebenen Eigenschaften (Punkte auf dem Graphen, Symmetrien, etc.) SuS entscheiden selbst über Grundannahmen der Modellierung und die Angemessenheit der Modellierung und nehmen ggf. Veränderungen vor. MMS zunächst als Blackbox zum Lösen von LGS und zur graphischen Darstellung der erhaltenen Funktionen zur Validierung In innermathematischen Situationen und in unterschiedlichen Kontexten (z.B. Fotos von Brücken, Gebäuden, Flugbahnen) ganzrationale Funktionen mit Parametern (im LK: Funktionsscharen) aufgestellt und mithilfe eines MMS untersucht. Hierbei können die Inhalte der Analysis aus der EF aufgegriffen und vertieft werden. Ein MMS wird zum Variieren von Parametern aber auch zum Lösen von Gleichungen mit Parametern (im LK: Funktionsscharen) verstärkt genutzt. Kontext: Optimierung einer offenen Schachtel, die aus einem DIN-A4-Papier gefaltet wird An mindestens einem Problem im Sachzusammenhang entdecken die Schülerinnen und Schüler die Notwendigkeit, Randextrema zu betrachten. Mindestens ein Verpackungsproblem (optimale Verpackung) wird unter dem Aspekt der Modellvalidierung/Modellkritik und Modellvariation untersucht. Für Zielfunktionen, die nicht rein ganzrational sind: SuS entwickeln die Ableitungen der Potenzfunktionen \sqrt{x} und $\frac{1}{x}$ Komplexere Funktionen können mithilfe eines MMS untersucht werden. Exkurs: Wurzelfunktion unter Berücksichtigung des Graphen sowie des Definitions- und des Wertebereichs als Umkehrfunktion 	<p>Ope-12 verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (MMS) zum ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – zielgerichteten Variieren von Parametern von Funktionen – Erstellen von Graphen und Wertetabellen von Funktionen – Ermitteln eines Funktionsterms der Ableitung einer Funktion auch abhängig von Parametern <p>Ope-13 entscheiden situationsangemessen über den Einsatz mathematischer Hilfsmittel und digitaler Mathematikwerkzeuge und wählen diese begründet aus</p> <p>Mod-1 erfassen und strukturieren zunehmend komplexe reale Situationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung</p> <p>Mod-2 treffen begründet Annahmen und nehmen Vereinfachungen realer Situationen vor</p> <p>Mod-3 übersetzen zunehmend komplexe</p> <p>Mod-4 ordnen einem mathematischen Modell passende reale Situationen zu</p> <p>Mod-5 erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten Lösungen innerhalb des mathematischen Modells</p> <p>Mod-6 beziehen erarbeitete Lösungen wieder auf die reale Situation und interpretieren diese als Antwort auf die Fragestellung</p> <p>Mod-7 reflektieren die Abhängigkeit der Lösungen von den getroffenen Annahmen</p> <p>Mod-8 benennen Grenzen aufgestellter mathematischer Modelle und vergleichen Modelle bzgl. der Angemessenheit</p> <p>Mod-9 verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung</p> <p>Pro-8 berücksichtigen einschränkende Bedingungen</p>

Unterrichtsvorhaben II: Integralrechnung

Zeitraum	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (LK)	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (GK)	Vorhabenbezogene Absprachen oder Empfehlungen	prozessbezogene Kompetenzerwartungen
	Die Schülerinnen und Schüler...	Die Schülerinnen und Schüler...		Die Schülerinnen und Schüler...
	<p>Funktionen und Analysis</p> <p>(7) untersuchen Funktionen auch in Abhängigkeit von Parametern mithilfe von vorgegebenen und mit dem MMS ermittelten Ableitungen und unbestimmten Integralen („Stammfunktionen“) im Kontext der Fragestellung</p> <p>(14) interpretieren Produktsummen im Sachkontext als Rekonstruktion des Gesamtbestandes oder Gesamteffektes einer Größe</p> <p>(15) deuten die Inhalte von orientierten Flächen im Kontext der Fragestellung</p> <p>(16) skizzieren zum Graphen einer gegebenen Randfunktion den Graphen der zugehörigen Flächeninhaltsfunktion</p> <p>(17) erläutern und vollziehen an geeigneten Beispielen den Übergang von der Produktsumme zum Integral auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs</p> <p>(18) begründen den Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung unter Verwendung eines anschaulichen Stetigkeitsbegriffs und wenden den Hauptsatz an</p> <p>(19) bestimmen ohne Hilfsmittel Stammfunktionen ganzrationaler Funktionen, nutzen vorgegebene Stammfunktionen (...)</p> <p>(20) nutzen die Intervalladditivität und Linearität von Integralen</p> <p>(21) ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate oder der Randfunktion</p> <p>(22) ermitteln Flächeninhalte mithilfe von bestimmten Integralen und uneigentlichen Integralen sowie Volumina von Körpern, die durch die Rotation um die Abszisse entstehen</p>	<p>Funktionen und Analysis</p> <p>(7) untersuchen Funktionen auch in Abhängigkeit von Parametern mithilfe von vorgegebenen und mit dem MMS ermittelten Ableitungen im Kontext der Fragestellung</p> <p>(11) interpretieren Produktsummen im Sachkontext als Rekonstruktion des Gesamtbestandes oder Gesamteffektes einer Größe</p> <p>(12) deuten die Inhalte von orientierten Flächen im Kontext der Fragestellung</p> <p>(13) skizzieren zum Graphen einer gegebenen Randfunktion den Graphen der zugehörigen Flächeninhaltsfunktion</p> <p>(14) erläutern und vollziehen an geeigneten Beispielen den Übergang von der Produktsumme zum Integral auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs</p> <p>(15) erläutern geometrisch-anschaulich den Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung und wenden ihn an</p> <p>(16) nutzen vorgegebene Stammfunktionen und bestimmen ohne Hilfsmittel Stammfunktionen ganzrationaler Funktionen</p> <p>(17) nutzen die Intervalladditivität und Linearität von Integralen</p> <p>(18) ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate oder der Randfunktion</p> <p>(19) ermitteln Flächeninhalte mithilfe von bestimmten Integralen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aufgreifen von Kontexten zur Änderungsrate (Geschwindigkeit – Weg, Zuflussrate von Wasser – Wassermenge). • Die SuS entwickeln und vergleichen unterschiedliche Strategien (z.B. Trapezsumme, Ober- oder Untersumme) zur möglichst genauen näherungsweise Berechnung des Bestands. • Die entstehenden Produktsummen werden als Bilanz über orientierte Flächeninhalte interpretiert. • Produktsummen werden im Unterricht weiter verfeinert und damit immer genauere Flächenabschätzungen vorgenommen. • Bei der Berechnung von Produktsummen, die mit Summenzeichen (Notation!) notiert sind, kann ein MMS gewinnbringend eingesetzt werden. • Frage nach der Erhöhung der Genauigkeit der Näherung führt zu Grenzwertüberlegungen, die zur Definition des Integrals führen. • Materialhinweis: Sinus-Materialien (2008) Stationenlernen: (https://www.schulentwicklung.nrw.de/sinus/front_content.php?idart=448&idcat=378&lang=9&client=12&matId=2033) • Ausgehend von der Rekonstruktion eines Bestandes bzw. der Flächeninhaltsfunktion und der Definition des Integrals wird der Begriff der Integralfunktion I_a für einen Anfangswert a erschlossen. • Aufstellen des Hauptsatzes der Differential- und Integralrechnung über die Integralfunktion als Stammfunktion (geometrisch-anschaulicher Überlegungen) • Die Regeln zum Ermitteln von Funktionstermen von Stammfunktionen werden für ganzrationale Funktionen von den SuS durch Rückwärtsanwenden der bekannten Ableitungsregeln selbständig erarbeitet. • Die gewonnenen Erkenntnisse werden auf weitere innermathematische bzw. anwendungsorientierte Situationen übertragen (auch: Flächen zwischen Funktionsgraphen) 	<p>Ope-3 führen geeignete Rechenoperationen auf der Grundlage eines inhaltlichen Verständnisses durch</p> <p>Ope-4 verwenden Basiswissen, mathematische Regeln und Gesetze sowie Algorithmen bei der Arbeit mit mathematischen Objekten</p> <p>Ope-12 verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (MMS) zum ... – Ermitteln bestimmter und unbestimmter Integrale auch abhängig von Parametern</p> <p>Mod-1 erfassen und strukturieren zunehmend komplexe reale Situationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung</p> <p>Mod-2 treffen begründet Annahmen und nehmen Vereinfachungen realer Situationen vor</p> <p>Mod-3 übersetzen zunehmend komplexe</p> <p>Mod-4 ordnen einem mathematischen Modell passende reale Situationen zu</p> <p>Mod-5 erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten Lösungen innerhalb des mathematischen Modells</p>

Unterrichtsvorhaben III: Statistik und Wahrscheinlichkeit

Zeitraum	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (LK)	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (GK)	Vorhabenbezogene Absprachen oder Empfehlungen	prozessbezogene Kompetenzerwartungen
	Die Schülerinnen und Schüler...	Die Schülerinnen und Schüler...		Die Schülerinnen und Schüler...
	<p>Stochastik</p> <p>(1) planen und beurteilen statistische Erhebungen und nutzen dabei auch digitale Mathematikwerkzeuge</p> <p>(2) untersuchen und beurteilen Stichproben mithilfe von Lage- und Streumaßen, und verwenden das Summenzeichen</p> <p>(3) verwenden Simulationen zur Untersuchung stochastischer Situationen und nutzen dabei auch digitale Mathematikwerkzeuge</p> <p>(4) verwenden Urnenmodelle (Ziehen mit und ohne Zurücklegen) zur Beschreibung von Zufallsprozessen und zur Berechnung von Wahrscheinlichkeiten</p> <p>(5) bestimmen das Gegenereignis \bar{A}, verknüpfen Ereignisse durch die Operationen $A \setminus B$, $A \cap B$, $A \cup B$ und bestimmen die zugehörigen Wahrscheinlichkeiten</p> <p>(7) beschreiben mehrstufige Zufallsexperimente mithilfe von Baumdiagrammen und Vierfeldertafeln und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten</p> <p>(8) prüfen Teilvorgänge mehrstufiger Zufallsexperimente mithilfe von Vierfeldertafeln und Baumdiagrammen auf stochastische Unabhängigkeit</p> <p>(9) lösen Problemstellungen im Kontext bedingter Wahrscheinlichkeiten</p> <p>(10) erläutern den Begriff der Zufallsgröße an geeigneten Beispielen und bestimmen Wahrscheinlichkeitsverteilungen diskreter Zufallsgrößen</p> <p>(11) bestimmen und deuten den Erwartungswert, die Varianz und die Standardabweichung von diskreten Zufallsgrößen</p>	<p>Stochastik</p> <p>(1) planen und beurteilen statistische Erhebungen und nutzen dabei auch digitale Mathematikwerkzeuge</p> <p>(2) untersuchen und beurteilen Stichproben mithilfe von Lage- und Streumaßen und verwenden das Summenzeichen</p> <p>(3) verwenden Simulationen zur Untersuchung stochastischer Situationen und nutzen dabei auch digitale Mathematikwerkzeuge</p> <p>(4) verwenden Urnenmodelle (Ziehen mit und ohne Zurücklegen) zur Beschreibung von Zufallsprozessen und zur Berechnung von Wahrscheinlichkeiten</p> <p>(5) bestimmen das Gegenereignis \bar{A}, verknüpfen Ereignisse durch die Operationen $A \setminus B$, $A \cap B$, $A \cup B$ und bestimmen die zugehörigen Wahrscheinlichkeiten</p> <p>(6) beschreiben mehrstufige Zufallsexperimente mithilfe von Baumdiagrammen und Vierfeldertafeln und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten</p> <p>(7) prüfen Teilvorgänge mehrstufiger Zufallsexperimente mithilfe von Vierfeldertafeln und Baumdiagrammen auf stochastische Unabhängigkeit</p> <p>(8) lösen Problemstellungen im Kontext bedingter Wahrscheinlichkeiten</p> <p>(9) erläutern den Begriff der Zufallsgröße an geeigneten Beispielen und bestimmen Wahrscheinlichkeitsverteilungen diskreter Zufallsgrößen</p> <p>(10) bestimmen und deuten den Erwartungswert, die Varianz und die Standardabweichung von diskreten Zufallsgrößen</p>	<ul style="list-style-type: none"> Reaktivierung von Grundwissen: selbstständig geplante statistischen Erhebung (z.B. Größe) → Grundverständnis von Lage- und Streumaßen Auswertung und graphischen Darstellung statistischer Erhebungen mit MMS Beispiele von Stichproben mit gleichem arithmetischem Mittel, aber unterschiedlicher Streuung → Definition der Standardabweichung Verwendung des Summenzeichens zur Notation von arithmetischem Mittel und quadratischer Abweichung Anhand von selbst durchgeführten Glücksspielen und Zufallsexperimenten werden grundlegende Inhalte der Stochastik wiederholt, vertieft und die Fachbegriffe gefestigt. Zur Modellierung werden auch Simulationen (auch: Verwendung eines MMS) geplant und durchgeführt (Gesetz der großen Zahlen). Zur Beschreibung von Ereignissen werden die Mengenschreibweisen eingeführt und angewendet. Vierfeldertafeln und Baumdiagramme werden im Kontext von zwei- und mehrstufigen Zufallsexperimenten zur Berechnung bedingter Wahrscheinlichkeiten und zur Überprüfung von Teilvorgängen auf stochastische Unabhängigkeit eingesetzt. Beim Umgang mit stochastischen Zusammenhängen und mit Mengenschreibweisen ist die Unterscheidung von Wahrscheinlichkeiten des Typs $P(A \cap B)$ von bedingten Wahrscheinlichkeiten $P_A(B)$ wichtig Einführung des Begriffs der (diskreten) Zufallsgröße und zugehörigen Wahrscheinlichkeitsverteilung zur Beschreibung von Zufallsexperimenten anhand von Glücksspielen Erwartungswert, die Varianz und die Standardabweichung einer diskreten Zufallsgröße werden definiert und im Sachkontext angewendet. Verwendung von MMS zur Visualisierung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Histogramme) 	<p>Ope-1 wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an</p> <p>Ope-2 übersetzen symbolische und formale Sprache in natürliche Sprache und umgekehrt</p> <p>Ope-3 führen geeignete Rechenoperationen auf der Grundlage eines inhaltlichen Verständnisses durch</p> <p>Ope-4 verwenden Basiswissen, mathematische Regeln und Gesetze sowie Algorithmen bei der Arbeit mit mathematischen Objekten</p> <p>Ope-5 führen Darstellungswechsel sicher aus</p> <p>Ope-10 recherchieren Informationen und Daten aus Medienangeboten (Printmedien, Internet und Formelsammlungen) und reflektieren diese kritisch</p> <p>Ope-12 verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (MMS) zum... – Ermitteln der Kennzahlen statistischer Daten und von Wahrscheinlichkeitsverteilungen</p> <p>Mod-1 erfassen und strukturieren zunehmend komplexe reale Situationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung</p> <p>Mod-2 treffen begründet Annahmen und nehmen Vereinfachungen realer Situationen vor</p> <p>Mod-3 übersetzen zunehmend komplexe</p> <p>Mod-4 ordnen einem mathematischen Modell passende reale Situationen zu</p> <p>Mod-5 erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten Lösungen innerhalb des mathematischen Modells</p> <p>Mod-6 beziehen erarbeitete Lösungen wieder auf die reale Situation und interpretieren diese als Antwort auf die Fragestellung</p> <p>Mod-7 reflektieren die Abhängigkeit der Lösungen von den getroffenen Annahmen</p> <p>Mod-8 benennen Grenzen aufgestellter mathematischer Modelle und vergleichen Modelle bzgl. der Angemessenheit</p>

Unterrichtsvorhaben IV: Binomialverteilung

Zeitraum	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (LK)	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (GK)	Vorhabenbezogene Absprachen oder Empfehlungen	prozessbezogene Kompetenzerwartungen
	Die Schülerinnen und Schüler...	Die Schülerinnen und Schüler...		Die Schülerinnen und Schüler...
	<p>Stochastik</p> <p>(6) erklären die kombinatorische Bedeutung des Binomialkoeffizienten und berechnen diesen in einfachen Fällen auch ohne Hilfsmittel</p> <p>(12) begründen, dass bestimmte Zufallsexperimente durch binomialverteilte Zufallsgrößen beschrieben werden können</p> <p>(13) erklären die Binomialverteilung und beschreiben den Einfluss der Parameter n und p auf die Binomialverteilung, ihre Kenngrößen und die graphische Darstellung</p> <p>(14) nutzen die Binomialverteilung und ihre Kenngrößen zur Beschreibung von Zufallsexperimenten und zur Lösung von Problemstellungen</p> <p>(15) interpretieren die bei einer Stichprobe erhobene relative Häufigkeit als Schätzung einer zugrundeliegenden unbekanntes Wahrscheinlichkeit</p>	<p>Stochastik</p> <p>(11) begründen, dass bestimmte Zufallsexperimente durch binomialverteilte Zufallsgrößen beschrieben werden können</p> <p>(12) erklären die Binomialverteilung und beschreiben den Einfluss der Parameter n und p auf die Binomialverteilung, ihre Kenngrößen und die graphische Darstellung</p> <p>(13) nutzen die Binomialverteilung und ihre Kenngrößen zur Beschreibung von Zufallsexperimenten und zur Lösung von Problemstellungen</p> <p>(14) interpretieren die bei einer Stichprobe erhobene relative Häufigkeit als Schätzung einer zugrundeliegenden unbekanntes Wahrscheinlichkeit</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Urnenmodelle zur Thematisierung von Zählprinzipien wie das Ziehen mit/ohne Zurücklegen mit/ohne Berücksichtigung der Reihenfolge und zur Berechnung von Wahrscheinlichkeiten • Fokussierung auf lediglich zwei mögliche Ergebnisse („Erfolg“ oder „Misserfolg“): Begriff des Bernoulli-Experiments • Vergleich mit dem Ziehen aus einer Urne ohne Zurücklegen → Anwendung des Modells Bernoullikette setzt eine bestimmte Realsituation voraus (Treffer sind von Stufe zu Stufe unabhängig voneinander mit konstanter Wahrscheinlichkeit) • Modellierung stochastischer Situationen (Bernoulliketten in realen Kontexten oder in Spielsituationen) → Vorliegen einer Bernoullikette soll explizit begründet werden • Formale Herleitung der Binomialverteilung und des Binomialkoeffizienten: Galtonbrett bzw. seine Simulation oder Betrachtung von Multiple-Choice-Tests • Werte der Binomialverteilung (insbesondere kumulierte Binomialverteilung) i.d.R. mithilfe eines MMS berechnen • Vernetzung: Das Summenzeichen als Schreibweise bei den kumulierten Wahrscheinlichkeiten einer Binomialverteilung • Visualisierung der Binomialverteilung und des Einflusses des Stichprobenumfangs n und Trefferwahrscheinlichkeit p durch graphische Darstellung als Histogramm (MMS) • Anhand von Wahrscheinlichkeitsverteilungen werden Erwartungswert und Standardabweichung einer Binomialverteilung hergeleitet. • Problemstellungen in verschiedenen Anwendungszusammenhängen mit binomialverteilten Zufallsgrößen, die jeweils eine Berechnung der Parameter k, p oder n verlangen. • Vertiefung: In einem Sachkontext wird das Konzept der σ-Umgebungen exemplarisch behandelt. 	<p>Ope-12 verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (MMS) zum...</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ermitteln der Kennzahlen statistischer Daten und von Wahrscheinlichkeitsverteilungen – Variieren der Parameter von Wahrscheinlichkeitsverteilungen – Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei binomialverteilten (...) Zufallsgrößen <p>Mod-1 erfassen und strukturieren zunehmend komplexe reale Situationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung</p> <p>Mod-2 treffen begründet Annahmen und nehmen Vereinfachungen realer Situationen vor</p> <p>Mod-3 übersetzen zunehmend komplexe</p> <p>Mod-4 ordnen einem mathematischen Modell passende reale Situationen zu</p> <p>Mod-5 erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten Lösungen innerhalb des mathematischen Modells</p> <p>Mod-6 beziehen erarbeitete Lösungen wieder auf die reale Situation und interpretieren diese als Antwort auf die Fragestellung</p> <p>Mod-7 reflektieren die Abhängigkeit der Lösungen von den getroffenen Annahmen</p> <p>Mod-8 benennen Grenzen aufgestellter mathematischer Modelle und vergleichen Modelle bzgl. der Angemessenheit</p> <p>Arg-5 begründen Lösungswege und nutzen dabei mathematische Regeln und Sätze sowie sachlogische Argumente</p> <p>Arg-6 entwickeln tragfähige Argumentationsketten durch die Verknüpfung von einzelnen Argumenten,</p> <p>Arg-7 nutzen verschiedene Argumentationsstrategien (Gegenbeispiel, direktes Schlussfolgern, Widerspruch), verwenden in ihren Begründungen vermehrt logische Strukturen</p>

Unterrichtsvorhaben V: Prognoseintervalle, Konfidenzintervalle und Normalverteilung (nur LK)

Zeitraum	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (LK)	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (GK)	Vorhabenbezogene Absprachen oder Empfehlungen	prozessbezogene Kompetenzerwartungen
	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <p>Stochastik</p> <p>(16) ermitteln mithilfe der σ-Regeln Prognoseintervalle für die absoluten und relativen Häufigkeiten in einer Stichprobe und interpretieren diese im Sachkontext</p> <p>(17) ermitteln auf Grundlage einer relativen Häufigkeit ein Konfidenzintervall für den Parameter p einer binomialverteilten Zufallsgröße und interpretieren das Ergebnis im Sachkontext (Schluss von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit)</p> <p>(18) schätzen den für ein Konfidenzintervall vorgegebener Länge erforderlichen Stichprobenumfang ab</p> <p>(19) unterscheiden diskrete und stetige Zufallsgrößen und deuten die Verteilungsfunktion als Integralfunktion</p> <p>(20) untersuchen stochastische Situationen, die zu annähernd normalverteilten Zufallsgrößen führen</p> <p>(21) beschreiben den Einfluss der Parameter μ und σ auf die Normalverteilung und die graphische Darstellung ihrer Dichtefunktion („Gauß'sche Glockenkurve“)</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Stichprobenumfang und der Länge des Prognoseintervalls und Visualisierung des $\frac{1}{\sqrt{n}}$-Gesetzes der großen Zahlen mithilfe eines MMS • Modellierung einer Sachsituation (z.B. Wahrscheinlichkeit von Retouren im Onlinehandel; Glücksrad auf einer schiefen Ebene; Eichgewicht bei Lebensmittelverpackungen) mit einer Binomialverteilung, deren Trefferwahrscheinlichkeit p unbekannt ist \rightarrow Frage nach der Schätzung der unbekannteren Trefferwahrscheinlichkeit. • Annäherung durch die Punktschätzung der relativen Häufigkeit in einer Stichprobe (Rückschluss auf die Gesamtheit). • Für die Intervallschätzung werden mithilfe eines MMS von der Trefferwahrscheinlichkeit p abhängige 95%-Prognoseintervalle in einem Ellipsendiagramm dargestellt, deren Randfunktionen durch h_{\pm} mit $h_{\pm}(p) = p \pm 1,96 \cdot \sqrt{\frac{p \cdot (1-p)}{n}}$ beschrieben werden. • Mithilfe dieser Darstellung kann für eine relative Häufigkeit in einer Stichprobe ein Intervall von Wahrscheinlichkeiten bestimmt werden, das mit dieser Stichprobe „verträglich“ ist (Konfidenzintervall; Rückschluss auf die Gesamtheit). • Um Konfidenzintervalle für andere relative Häufigkeiten, Sicherheitswahrscheinlichkeiten (Konfidenzniveaus) und Stichprobengrößen zu ermitteln, werden die Grenzen von Konfidenzintervallen auch rechnerisch mithilfe eines MMS bestimmt. • Abschätzung der Mindestgröße n einer Stichprobe zu einer vorgegebenen Länge eines Konfidenzintervalls 	<p>Die Schülerinnen und Schüler...</p> <p>Ope-12 verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (MMS) zum...</p> <ul style="list-style-type: none"> - Variieren der Parameter von Wahrscheinlichkeitsverteilungen - Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei (...) im Leistungskurs auch normalverteilten Zufallsgrößen - Berechnen der Grenzen von Konfidenzintervallen im Leistungskurs <p>Pro-1 stellen Fragen zu zunehmend komplexen Problemsituationen</p> <p>Pro-2 analysieren und strukturieren die Problemsituation Pro-10 überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen und interpretieren diese vor dem Hintergrund der Fragestellung</p> <p>Pro-12 vergleichen und beurteilen verschiedene Lösungswege und optimieren diese mit Blick auf Schlüssigkeit und Effizienz</p> <p>Arg-4 erläutern Zusammenhänge zwischen Fachbegriffen Kom-1 erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen auszunehmend komplexen mathematikhaltigen analogen und digitalen Quellen sowie aus mathematischen Fachtexten und Unterrichtsbeiträgen</p> <p>Kom-2 beschreiben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren</p> <p>Kom-3 erläutern mathematische Begriffe in innermathematischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen</p> <p>Kom-4 erfassen und erläutern mathematische Darstellungen, auch wenn diese nicht vertraut sind</p> <p>Kom-11 greifen Beiträge auf und entwickeln sie weiter Kom-12 nehmen zu mathematikhaltigen, auch fehlerbehafteten, Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung</p> <p>Kom-14 vergleichen und beurteilen mathematikhaltige Informationen und Darstellungen in Alltagsmedien unter mathematischen Gesichtspunkten,</p> <p>Kom-15 führen Diskussionsbeiträge zu einem Fazit zusammen</p>

Unterrichtsvorhaben VI: Exponentialfunktionen

Zeitraum	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (LK)	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (GK)	Vorhabenbezogene Absprachen oder Empfehlungen	prozessbezogene Kompetenzerwartungen
	Die Schülerinnen und Schüler.	Die Schülerinnen und Schüler...		Die Schülerinnen und Schüler...
	<p>Funktionen und Analysis</p> <p>(3) nutzen die Eigenschaften von ganzrationalen Funktionen, Exponentialfunktionen, (...), der natürlichen Logarithmusfunktion und von Potenzfunktionen mit rationalem Exponenten sowie der Transformationen dieser Funktionen zur Beantwortung von Fragestellungen</p> <p>(6) bilden ohne Hilfsmittel die Ableitungen von (...), Exponentialfunktionen, der natürlichen Logarithmusfunktion (...)</p> <p>(10) beschreiben die Eigenschaften von Exponentialfunktionen der Form a^x und erläutern die Besonderheit der natürlichen Exponentialfunktion ($f=f$)</p> <p>(11) verwenden Exponentialfunktionen zur Beschreibung von begrenzten und unbegrenzten Wachstums- und Zerfallsvorgängen und beurteilen die Qualität der Modellierung</p> <p>(12) untersuchen ausgewählte Funktionen, insbesondere die natürliche Exponential- und Logarithmusfunktion, auf Umkehrbarkeit und ermitteln in einfachen Fällen einen Funktionsterm der Umkehrfunktion unter Berücksichtigung von Definitions- und Wertebereich</p> <p>(13) erläutern den Zusammenhang zwischen dem Graphen einer Funktion und dem Graphen seiner Umkehrfunktion</p> <p>(23) lösen innermathematische und anwendungsbezogene Problemstellungen mithilfe von ganzrationalen Funktionen, Exponentialfunktionen und daraus zusammengesetzten Funktionen (...)</p>	<p>Funktionen und Analysis</p> <p>(2) nutzen die Eigenschaften von ganzrationalen Funktionen, Exponentialfunktionen, (...), der Potenzfunktionen \sqrt{x} und $\frac{1}{x}$ sowie der Transformationen dieser Funktionen zur Beantwortung von Fragestellungen</p> <p>(5) bilden ohne Hilfsmittel die Ableitungen von (...) der natürlichen Exponentialfunktion (...)</p> <p>(6) wenden die Kettenregel auf Verknüpfungen der natürlichen Exponentialfunktion mit linearen Funktionen an</p> <p>(9) beschreiben die Eigenschaften von Exponentialfunktionen der Form a^x und erläutern die Besonderheit der natürlichen Exponentialfunktion ($f=f$)</p> <p>(10) verwenden Exponentialfunktionen zur Beschreibung von begrenzten und unbegrenzten Wachstums- und Zerfallsvorgängen und beurteilen die Qualität der Modellierung</p> <p>(20) lösen innermathematische und anwendungsbezogene Problemstellungen mithilfe von ganzrationalen Funktionen, der natürlichen Exponentialfunktion und daraus zusammengesetzten Funktionen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • In anwendungsbezogenen Kontexten (Wachstum und Zerfall) soll an die in der Sekundarstufe I erworbenen Kompetenzen zu allgemeinen Exponentialfunktionen der Form $x \mapsto a \cdot q^x$ angeknüpft werden. • MMS unterstützt die Klärung der Bedeutung der Parameter a und q der allgemeinen Exponentialfunktion sowie die Beschreibung der Veränderungen durch Transformationen. • MMS: Entdecken der Proportionalität der Änderungsrate zum Bestand. • Variation der Basis führt zur Eulerschen Zahl als Basis mit Übereinstimmung von Funktion und Ableitungsfunktion. • Mithilfe des natürlichen Logarithmus können allgemeine Exponentialfunktionen in der Form $x \mapsto a \cdot e^{\ln(q) \cdot x}$ geschrieben und als Transformation (Streckung) der natürlichen Exponentialfunktion identifiziert werden. • Anwendung: Wachstumsprozesse auch mit natürlichen Exponentialfunktionen (auch: begrenzte Wachstumsprozesse) • Vergleich unterschiedlicher Modellierungen (linear, quadratisch, exponentiell und begrenzt) zur kritischen Auseinandersetzung mit der Modellbildung. • Zugrundeliegende Annahmen und Grenzen der Modelle sind als Ausgangspunkt, um Verbesserungen der Modellierung herbeizuführen. • Materialhinweis: Material „Meeresspiegelanstieg II – Modellierung mit Exponentialfunktionen“ im Lehrplannavigator (https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrpläne/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe-neue-klp/mathematik/hinweise-und-materialien/index.html) 	<p>Ope-12 verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (MMS) zum ... – zielgerichteten Variieren von Parametern von Funktionen – Erstellen von Graphen und Wertetabellen von Funktionen – Ermitteln eines Funktionsterms der Ableitung einer Funktion auch abhängig von Parametern</p> <p>Ope-13 entscheiden situationsangemessen über den Einsatz mathematischer Hilfsmittel und digitaler Mathematikwerkzeuge und wählen diese begründet aus</p> <p>Mod-1 erfassen und strukturieren zunehmend komplexe reale Situationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung</p> <p>Mod-2 treffen begründet Annahmen und nehmen Vereinfachungen realer Situationen vor</p> <p>Mod-3 übersetzen zunehmend komplexe reale Situationen in mathematische Modelle</p> <p>Mod-4 ordnen einem mathematischen Modell passende reale Situationen zu</p> <p>Mod-5 erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten Lösungen innerhalb des mathematischen Modells</p> <p>Mod-6 beziehen erarbeitete Lösungen wieder auf die reale Situation und interpretieren diese als Antwort auf die Fragestellung</p> <p>Mod-7 reflektieren die Abhängigkeit der Lösungen von den getroffenen Annahmen</p> <p>Mod-8 benennen Grenzen aufgestellter mathematischer Modelle und vergleichen Modelle bzgl. der Angemessenheit</p> <p>Mod-9 verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung</p> <p>Pro-4 erkennen Muster und Beziehungen und generieren daraus Vermutungen</p>

Unterrichtsvorhaben VII: Zusammengesetzte Funktionen

Zeitraum	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (LK)	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (GK)	Vorhabenbezogene Absprachen oder Empfehlungen	prozessbezogene Kompetenzerwartungen
	Die Schülerinnen und Schüler...	Die Schülerinnen und Schüler...		Die Schülerinnen und Schüler...
	<p>Funktionen und Analysis</p> <p>(3) nutzen die Eigenschaften von ganzrationalen Funktionen, Exponentialfunktionen, Sinusfunktionen, Kosinusfunktionen, der natürlichen Logarithmusfunktion und von Potenzfunktionen mit rationalem Exponenten sowie der Transformationen dieser Funktionen zur Beantwortung von Fragestellungen</p> <p>(6) bilden ohne Hilfsmittel die Ableitungen von (...) Sinus- und Kosinusfunktionen, der natürlichen Logarithmusfunktion sowie von Potenzfunktionen mit rationalem Exponenten und wenden die Produkt- und Kettenregel an</p> <p>(9) nutzen zusammengesetzte Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung) zur Beschreibung quantifizierbarer Zusammenhänge</p> <p>(23) lösen innermathematische und anwendungsbezogene Problemstellungen mithilfe von ganzrationalen Funktionen, Exponentialfunktionen und daraus zusammengesetzten Funktionen sowie mithilfe von Sinus- und Kosinusfunktionen</p>	<p>Funktionen und Analysis</p> <p>(2) nutzen die Eigenschaften von ganzrationalen Funktionen, Exponentialfunktionen, der Sinusfunktion, der Kosinusfunktion, der Potenzfunktionen \sqrt{x} und $\frac{1}{x}$ sowie der Transformationen dieser Funktionen zur Beantwortung von Fragestellungen</p> <p>(5) bilden ohne Hilfsmittel die Ableitungen von (...) der Sinus- und Kosinusfunktion, sowie der Potenzfunktionen \sqrt{x} und $\frac{1}{x}$ und wenden die Produktregel an</p> <p>(6) wenden die Kettenregel auf Verknüpfungen der natürlichen Exponentialfunktion mit linearen Funktionen an</p> <p>(7) untersuchen Funktionen auch in Abhängigkeit von Parametern mithilfe von vorgegebenen und mit dem MMS ermittelten Ableitungen im Kontext der Fragestellung</p> <p>(8) nutzen in einfachen Fällen zusammengesetzte Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung) zur Beschreibung quantifizierbarer Zusammenhänge</p> <p>(20) lösen innermathematische und anwendungsbezogene Problemstellungen mithilfe von ganzrationalen Funktionen, der natürlichen Exponentialfunktion und daraus zusammengesetzten Funktionen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Herleitung der fehlenden Ableitungsregeln (Produktregel und Spezialfall der Kettenregel für Verknüpfungen von Exponentialfunktionen mit linearen Funktionen) • Aufstellen von Vermutungen für die Ableitungen von Produkten von ganzrationalen Funktionen, die durch Ausmultiplizieren und Anwenden der bereits bekannten Ableitungsregeln überprüft werden • Betrachtung einfacher Fälle zusammengesetzte Funktionen und Verwendung in unterschiedlichen innermathematischen und anwendungsbezogenen Aufgaben • Mithilfe eines MMS bzw. mithilfe von vorgegebenen Ableitungen: Betrachtung weiterer Verkettungen von ganzrationalen Funktionen mit Exponentialfunktionen • Vorgelegte Stammfunktionen werden nachgewiesen und verwendet. • Neben rechnerischen Zugängen werden Eigenschaften von Funktionen als Argumente zur Lösung von Aufgaben verwendet. • Erkenntnisse aus den vorangegangenen Unterrichtsvorhaben werden gebündelt und an komplexeren Situationen (sowohl bei innermathematischen Problemstellungen als auch bei Aufgaben mit Anwendungsbezug) geübt und vertieft. • Betrachtung und Modellierung von Prozessen, bei denen das Wachstum erst zu- und dann wieder abnimmt (Medikamentenkonzentration, Fieber, Pflanzenwuchs...) mithilfe von Produkten und Verkettungen von Funktionen • Bearbeitung von Fragen, bei denen aus der Wachstumsgeschwindigkeit auf den Gesamtbestand bzw. -effekt geschlossen wird. • Integrale von ganzrationalen Funktionen, Exponentialfunktionen und daraus zusammengesetzten Funktionen können mit einem MMS berechnet werden. • Untersuchung von periodischen Prozessen (z.B. Sonnenscheindauer, akustische Signale), bei denen Sinus- und Kosinusfunktionen abgeleitet und mit anderen Funktionen verknüpft werden. 	<p>Ope-12 verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (MMS) zum ... – zielgerichteten Variieren von Parametern von Funktionen</p> <p>Mod-3 übersetzen zunehmend komplexe reale Situationen in mathematische Modelle</p> <p>Pro-5 nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (Analogiebetrachtungen, Schätzen und Überschlagen, systematisches Probieren oder Ausschließen, Darstellungswechsel, Zerlegen und Ergänzen, Symmetrien verwenden, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Fallunterscheidungen, Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten, Spezialisieren und Verallgemeinern)</p>

Unterrichtsvorhaben VIII: Vektoren, Geraden und Winkel

Zeitraum	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (LK)	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (GK)	Vorhabenbezogene Absprachen oder Empfehlungen	prozessbezogene Kompetenzerwartungen
	Die Schülerinnen und Schüler...	Die Schülerinnen und Schüler...		Die Schülerinnen und Schüler...
	<p>Analytische Geometrie und Lineare Algebra</p> <p>(2) deuten das Skalarprodukt geometrisch (Orthogonalität, Betrag, Winkel zwischen Vektoren) und berechnen es</p> <p>(9) berechnen die Größe des Schnittwinkels zwischen zwei sich schneidenden Objekten</p> <p>(12) untersuchen geometrische Objekte oder Situationen in innermathematischen und anwendungsbezogenen Problemstellungen und deuten die Ergebnisse</p>	<p>Analytische Geometrie und Lineare Algebra</p> <p>(1) deuten das Skalarprodukt geometrisch (Orthogonalität, Betrag, Winkel zwischen Vektoren) und berechnen es</p> <p>(5) berechnen die Größe des Schnittwinkels zwischen zwei sich schneidenden Objekten</p> <p>(9) untersuchen geometrische Objekte oder Situationen in innermathematischen und anwendungsbezogenen Problemstellungen und deuten die Ergebnisse</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Das Skalarprodukt $\vec{a} \cdot \vec{b}$ wird zunächst als Indikator für Orthogonalität aus einer Anwendung des Satzes von Pythagoras entwickelt (Zur Entlastung: Beschränkung auf zwei Dimensionen bei der Herleitung) • Aufbau einer tragenden Grundvorstellung: Zerlegung eines Vektors \vec{a} in zu \vec{b} parallele und orthogonale Komponenten (Betonung des geometrischen Aspekts der Projektion. Beispiel: Kräftezerlegung (z.B. Zerlegung in vertikale und horizontale Komponenten beim Schlittenziehen) • Exploration der Winkelabhängigkeit des Skalarproduktes MMS (Wiederentdeckung der Rolle des Kosinus bei der Projektion) • Nutzung des Kosinus, um den Winkel zwischen zwei Vektoren zu berechnen. • Eigenschaften von Dreiecken und Vierecken werden nun mit Skalarprodukt untersucht. • Die formale Frage nach der Bedeutung eines Produkts von zwei Vektoren sowie den dabei gültigen Rechengesetzen wird im Zusammenhang mit der Analyse von typischen Fehlern (z.B. Division durch einen Vektor) und vor dem Hintergrund der Verallgemeinerung bekannter Rechenregeln für Zahlen gestellt. 	<p>Ope-1 wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an</p> <p>Ope-3 führen geeignete Rechenoperationen auf der Grundlage eines inhaltlichen Verständnisses durch</p> <p>Ope-4 verwenden Basiswissen, mathematische Regeln und Gesetze sowie Algorithmen bei der Arbeit mit mathematischen Objekten</p> <p>Ope-5 führen Darstellungswechsel sicher aus</p> <p>Ope-8 erstellen Skizzen geometrischer Situationen und wechseln zwischen Perspektiven</p> <p>Ope-11 nutzen Mathematikwerkzeuge zum Darstellen, Berechnen, Kontrollieren und Präsentieren sowie zum Erkunden</p> <p>Ope-12 verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (MMS) zum ... - Darstellen geometrischer Situationen im Raum</p> <p>Pro-7 setzen Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein</p>

Unterrichtsvorhaben IX: Ebenen

Zeitraum	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (LK)	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (GK)	Vorhabenbezogene Absprachen oder Empfehlungen	prozessbezogene Kompetenzerwartungen
	Die Schülerinnen und Schüler...	Die Schülerinnen und Schüler...		Die Schülerinnen und Schüler...
	<p>Analytische Geometrie und Lineare Algebra</p> <p>(1) stellen Ebenen, Parallelogramme und Dreiecke in Parameterform dar</p> <p>(3) stellen Ebenen in Normalenform sowie in Koordinatenform dar und nutzen diese zur Orientierung im Raum</p> <p>(5) berechnen Schnittpunkte von Geraden mit Ebenen</p> <p>(6) erläutern ein algorithmisches Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme</p> <p>(7) wenden ein algorithmisches Lösungsverfahren ohne digitale Mathematikwerkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten an, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind</p> <p>(8) interpretieren die Lösungsmenge von linearen Gleichungssystemen</p> <p>(9) berechnen die Größe des Schnittwinkels zwischen zwei sich schneidenden Objekten</p> <p>(12) untersuchen geometrische Objekte oder Situationen in innermathematischen und anwendungsbezogenen Problemstellungen und deuten die Ergebnisse</p>	<p>Analytische Geometrie und Lineare Algebra</p> <p>(2) stellen Ebenen in Parameterform und in Koordinatenform dar</p> <p>(3) verwenden Koordinatenformen von Ebenen zur Orientierung im Raum (Punktprobe, Schnittpunkte mit den Koordinatenachsen, Normalenvektor)</p> <p>(4) berechnen Schnittpunkte von Geraden mit Ebenen</p> <p>(7) erläutern ein algorithmisches Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme</p> <p>(8) wenden ein algorithmisches Lösungsverfahren ohne digitale Mathematikwerkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten an, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind</p> <p>(5) berechnen die Größe des Schnittwinkels zwischen zwei sich schneidenden Objekten</p> <p>(6) nutzen Symmetriebetrachtungen in geometrischen Objekten zur Lösung von Problemstellungen und spiegeln Punkte an Ebenen in einfachen Fällen</p> <p>(9) untersuchen geometrische Objekte oder Situationen in innermathematischen und anwendungsbezogenen Problemstellungen und deuten die Ergebnisse</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung der Koordinatenform $n_1 \cdot x_1 + n_2 \cdot x_2 + n_3 \cdot x_3 = d$, anknüpfend an Geradengleichungen $a \cdot x + b \cdot y = d$ in der Ebene durch Erweitern um eine Variable • Visualisierung mit MMS: Achsenabschnitte $a_i = d/n_i$ (für $n_i \neq 0$) kommen ins Spiel und treten in der Achsenabschnittsform $\frac{x_1}{a_1} + \frac{x_2}{a_2} + \frac{x_3}{a_3} = 1$ auf (Eindeutige Form erlaubt die zeichnerische Darstellung der Ebene im Koordinatensystem) • Einsetzen eines allgemeinen Punktes einer Geraden (parametrisierte Punktmenge) in die Koordinatenform zur einfachen Schnittpunktbeziehung zwischen Geraden und Ebenen → Achsenabschnittsberechnung als Spezialfall • Die Notation mithilfe des Skalarproduktes $\vec{n} \cdot \vec{x} = d$ führt zur Deutung von \vec{n} als Normalenvektor, der senkrecht auf der Ebene steht. • Erkundung des Einflusses von d, mit dem sich die Ebene parallel verschieben lässt • Aufstellen der Gleichung einer Ebene aus drei Punkten (Prinzip Steckbriefaufgaben): Einsetzen der drei Punkte mit einem 3x3-Gleichungssystem Gleichung $n_1 \cdot x_1 + n_2 \cdot x_2 + n_3 \cdot x_3 = d$ (d läuft als Parameter im MMS mit oder $d = 1$ (in Sonderfällen $d = 0$)) • Kontext für die Parameterform einer Ebene: z.B. Dachkonstruktion mit Sparren und Querlatten. • Der Übergang zur Koordinatenform auch durch die Bestimmung eines Normalenvektors mithilfe eines unterbestimmten 2x3-Gleichungssystems. • Explizites Arbeiten mit der Normalenform nur als Differenzierung • Übergang von Koordinatenform zur Parameterform über drei Punkte (z.B. die Achsenabschnitte) oder indem zwei (zu \vec{n} orthogonale) Spannvektoren der Ebene aus Gleichungen des Typs $\begin{pmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -n_2 \\ n_1 \\ 0 \end{pmatrix} = 0$ gewonnen werden. • Ein Normalenvektor kann mit einem MMS auch mithilfe des Vektorprodukts berechnet werden. 	<p>Ope-4 verwenden Basiswissen, mathematische Regeln und Gesetze sowie Algorithmen bei der Arbeit mit mathematischen Objekten</p> <p>Ope-5 führen Darstellungswechsel sicher aus</p> <p>Ope-8 erstellen Skizzen geometrischer Situationen und wechseln zwischen Perspektiven</p> <p>Ope-12 verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (MMS) zum ... – Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen auch abhängig von Parametern – Darstellen von geometrischen Situationen im Raum</p> <p>Mod-1 erfassen und strukturieren zunehmend komplexe reale Situationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung</p> <p>Mod-2 treffen begründet Annahmen und nehmen Vereinfachungen realer Situationen vor</p> <p>Mod-3 übersetzen zunehmend komplexe reale Situationen in mathematische Modelle erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten Lösungen innerhalb des mathematischen Modells.</p> <p>Mod-5 setzen Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein</p> <p>Pro-7 berücksichtigen einschränkende Bedingungen</p> <p>Pro-8 entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege, planen Vorgehensweisen zur Lösung eines Problems und führen Lösungspläne zielgerichtet aus.</p>

Unterrichtsvorhaben X: Lagebeziehungen und Abstandsberechnungen (nur LK)

Zeitraum	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (LK)	Inhaltsbezogene Kompetenzerwartungen (GK)	Vorhabenbezogene Absprachen oder Empfehlungen	prozessbezogene Kompetenzerwartungen
	Die Schülerinnen und Schüler...	Die Schülerinnen und Schüler...		Die Schülerinnen und Schüler...
	<p>Analytische Geometrie und Lineare Algebra</p> <p>(4) untersuchen Lagebeziehungen von Ebenen sowie von Geraden und Ebenen</p> <p>(10) bestimmen Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen</p> <p>(11) führen Spiegelungen an Ebenen durch</p> <p>(12) untersuchen geometrische Objekte oder Situationen in innermathematischen und anwendungsbezogenen Problemstellungen und deuten die Ergebnisse</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Abstandsbestimmung zur Erweiterung der Beschreibung von Lagebeziehungen und der Schnittmengenproblematik. • Bei Ebenen wurden Abstandsbestimmungen bereits mit der Hesse-Normalenform behandelt. • Beispiel: Vorbeiflug eines Flugzeugs an einem Hindernis unter Einhaltung eines Sicherheitsabstandes → Entdeckung, wie der Abstand eines Punktes von einer Geraden u. a. über die Bestimmung eines Lotfußpunktes ermittelt werden kann (Zulassung und Vergleich unterschiedlicher Lösungswege) • Nutzung der Mittel der Analysis, um im Anschluss den minimalen Abstand zweier Flugobjekte mithilfe eines MMS zu bestimmen. • Abstandsberechnung von Flugbahnen knüpft an die Untersuchung von Lagebeziehungen von Geraden an → Nutzung der Berechnung für den Vergleich unterschiedlicher Lösungsvarianten (insbesondere unter Einschluss von Hilfsebenen; dabei wird unterschieden, ob die Lotfußpunkte der kürzesten Verbindungsstrecke mitberechnet werden oder nicht) • Vernetzung: Das Unterrichtsvorhaben knüpft sehr eng an das Unterrichtsvorhaben vorherige an: Integrierende Wiederholung der Lagebeziehungen von Geraden und ihrer Bestimmung → Vernetzung mit Verfahren der Analysis zur Abstandsminimierung als Chance zur Binnendifferenzierung 	<p>Ope-4 verwenden Basiswissen, mathematische Regeln und Gesetze sowie Algorithmen bei der Arbeit mit mathematischen Objekten</p> <p>Ope-5 führen Darstellungswechsel sicher aus</p> <p>Ope-8 erstellen Skizzen geometrischer Situationen und wechseln zwischen Perspektiven</p> <p>Ope-12 verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (MMS) zum ... –Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen auch abhängig von Parametern – Darstellen von geometrischen Situationen im Raum</p> <p>Pro-6 wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge, Verfahren sowie Medien und Werkzeuge zur Problemlösung aus</p> <p>Kom-5 formulieren eigene Überlegungen und beschreiben zunehmend komplexe eigene Lösungswege</p> <p>Kom-6 verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang</p> <p>Kom-7 wählen begründet geeignete digitale und analoge Medien und mathematische Darstellungsformen (graphisch-visuell, algebraisch-formal, numerisch-tabellarisch, verbal-sprachlich) aus</p> <p>Kom-8 wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen</p> <p>Kom-9 dokumentieren und präsentieren Arbeitsschritte, Lösungswege und Argumentationen vollständig und kohärent</p> <p>Kom-10 konzipieren, erstellen und präsentieren analoge und digitale Lernprodukte</p>