



Schulinterner Lehrplan

**zum Kernlehrplan für die Sekundarstufe II
der Heinrich-Böll-Gesamtschule Köln-Chorweiler**

Mathematik

Stand: September 2025

Inhalt	Seite
1. Präambel	3
2. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit	3
3. Entscheidungen zum Unterricht	4
3.1 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	4
3.2 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	5
3.2.1 Schriftliche Leistungen	5
3.2.1.1 Klausuren	5
3.2.1.2 Lernzielkontrollen	6
3.2.1.3 Facharbeiten	6
3.2.2 Sonstige Mitarbeit (mündliche Leistungen)	7
3.2.3 Leistungsrückmeldung und Beratung	9
3.3 Lernmaterialien und Medienkonzept	12
3.4 Fächerübergreifendes Lernen	12
3.5 Qualitätssicherung und Evaluierung	13
4. Themengebundene kompetenzorientierte Unterrichtsvorhaben	14

1. Präambel

Die Heinrich-Böll-Gesamtschule wurde im Jahr 1975 gegründet und befindet sich im Stadtteil Köln-Chorweiler. Der Stadtteil ist durch eine heterogene Sozialstruktur geprägt.

In der Sekundarstufe I ist die Schule in den Jahrgangsstufen fünf bis zehn achtzügig.

Die Sekundarstufe II gliedert sich in die Jahrgänge EF, Q1 und Q2. In die Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe wechseln aus der Sekundarstufe I jährlich ca. 100 Schüler:innen, zudem werden regelmäßig ca. 20 externe Schüler:innen aufgenommen.

Die Gesamtschule wird insgesamt von ca. von 1670 Schüler:innen besucht.

2. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Aufgaben und Ziele des Mathematikunterrichts sind im Kernlehrplan der Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule (Hrsg.: Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2023) verankert und als prozessbezogene und inhaltsbezogene Kompetenzen formuliert.

Ziel des Mathematikunterrichts in der Oberstufe ist es, die Schüler:innen in die Lage zu versetzen, komplexe Probleme strukturiert zu analysieren, Lösungsstrategien zu entwickeln und diese präzise zu begründen. Dabei geht es nicht nur um das Erlernen und Anwenden mathematischer Verfahren, sondern auch um das Verständnis grundlegender Zusammenhänge und Strukturen. Durch die Auseinandersetzung mit abstrakten Inhalten wird logisches Denken gefördert, die Fähigkeit zur Modellbildung gestärkt und ein Beitrag zur Allgemeinbildung geleistet. Mathematik vermittelt somit Schlüsselkompetenzen, die über das Fach hinaus für Studium, Beruf und gesellschaftliche Teilhabe von Bedeutung sind.

An der Heinrich-Böll-Gesamtschule werden im Fach Mathematik in der Einführungsphase in aller Regel fünf parallele Grundkurse eingerichtet, aus denen sich für die Qualifikationsphase ein Leistungs- und vier Grundkurse entwickeln. Der Wechsel aus den E-Kursen in die gymnasiale Oberstufe ist für die Schülerinnen und Schüler im Allgemeinen schwierig, so dass bereits unterschiedliche Modelle der gezielten Vorbereitung in der Sekundarstufe I erprobt wurden. Die Fachkonferenz entscheidet regelmäßig, welche konkreten Vorbereitungsmaßnahmen (Anschaffung eines entsprechenden Arbeitsheftes, verbindliche Bearbeitung von Checklisten, Teilnahme an einer Repetitorwoche etc.) getroffen werden. Dabei arbeiten die Kolleg:innen der Sekundarstufe I eng mit den S II-Lehrkräften zusammen, um einem massiven Leistungsabfall der Schüler:innen zu Beginn der Einführungsphase entgegenzuwirken. Für G-Kurs-Schüler:innen besteht zumeist ein erheblicher Angleichungsbedarf, der nur mithilfe individueller Förderung erfolgreich bewältigt werden kann.

Der Unterricht findet in Kursräumen statt, die jeweils mit einem Beamer ausgestattet sind. Darüber hinaus stehen 5 PC-Räume zur Verfügung, die bei Bedarf für den Mathematikunterricht genutzt werden können. Außerdem verfügt die Schule über mehrere iPad-Wagen sowie einen iPad-Koffer speziell für den Fachbereich Mathematik.

Eine Unterrichtsstunde dauert 67,5 Minuten.

3. Entscheidungen zum Unterricht

3.1 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

Der Mathematikunterricht in der gymnasialen Oberstufe verfolgt das Ziel, fachliche Kenntnisse, methodische Sicherheit und überfachliche Kompetenzen aufzubauen. Die Fachkonferenz Mathematik orientiert sich an folgenden Grundsätzen:

- **Exaktheit und Systematik:** Präzise Einführung und Verwendung mathematischer Begriffe, Methoden und Beweise.
- **Kompetenzorientierung:** Förderung prozessbezogener Kompetenzen (Problemlösen, Modellieren, Argumentieren, Darstellen, Kommunizieren, Werkzeuggebrauch) und inhaltsbezogenen Kompetenzen.
- **Kumulatives Lernen:** Inhalte bauen spiralförmig aufeinander auf und vertiefen zentrale mathematische Konzepte.
- **Methodenvielfalt:** Einsatz verschiedener Unterrichtsmethoden und digitaler Werkzeuge zur Unterstützung individueller Lernwege.
- **Verknüpfung von Darstellungsformen:** Systematischer Wechsel zwischen symbolischer, graphischer, tabellarischer und sprachlicher Repräsentation.
- **Differenzierung:** Angebote auf unterschiedlichen Niveaus zur individuellen Förderung und Forderung.
- **Reflexion:** Gezielte Förderung der Fähigkeit zur kritischen Auseinandersetzung mit Lösungswegen und mathematischen Strukturen.

Zur Konkretisierung werden folgende Maßnahmen verbindlich verankert:

- Integration von **Modellierungsaufgaben** und **Projektarbeiten** in jedem Schuljahr.
- Regelmäßiger und gezielter **Einsatz digitaler Werkzeuge/MMS** (GeoGebra).
- Entwicklung einer **differenzierten Aufgabenkultur** mit gestuften Aufgabenstellungen.
- Festlegung von **Reflexions- und Präsentationsphasen**, um mathematische Argumentationen und Lösungswege sichtbar zu machen.
- Vereinbarung von **kompetenzorientierten Klausuren** mit ausgewogenem Verhältnis von Reproduktions-, Transfer- und Modellierungsaufgaben.
- **Kooperation im Kollegium** durch gemeinsame Planung, Materialaustausch und Fachkonferenzabsprachen.

3.2 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Die Leistungsbewertung im Fach Mathematik der gymnasialen Oberstufe orientiert sich an den Vorgaben der APO-GOSt sowie an den fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätzen des Kernlehrplans (Ministerium für Schule und Bildung der Landes NRW, 2023). Sie berücksichtigt schriftliche und mündliche Leistungen, die gemeinsam den Lernfortschritt und Kompetenzzuwachs der Schüler:innen abbilden.

3.2.1 Schriftliche Leistungen

3.2.1.1 Klausuren

- Klausuren überprüfen inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen. Sie enthalten Reproduktionsaufgaben, Transferaufgaben und mindestens eine Anwendungs- oder Modellierungsaufgabe im Sinne des Anforderungsbereichs III (vgl. KLP 2023, S. 31ff).
- Klausuren bestehen generell aus einem hilfsmittelfrei zu bearbeitenden Teil A und einem Teil B, bei dem ein zugelassenes Formeldokument und ein zugelassener wissenschaftliche Taschenrechner WTR verwendet werden können.
- Für die Aufgabenstellung der Klausuraufgaben werden die Operatoren des Zentralabiturs verwendet. Diese sind mit den Schüler:innen zu besprechen. In der Qualifikationsphase orientieren sich die Aufgabenformate an den Anforderungen des Zentralabiturs.
- Klausuren können nach entsprechender Wiederholung im Unterricht auch Aufgabenteile enthalten, die Kompetenzen aus weiter zurückliegenden Unterrichtsvorhaben oder übergreifende prozessbezogene Kompetenzen erfordern.
- Die Korrektur und Bewertung der Klausuren erfolgt anhand eines Erwartungshorizonts mit Musterlösungen und zugeordneten Punkten, den die Schüler:innen als Rückmeldung erhalten. Der Erwartungshorizont gewährleistet Transparenz und Einheitlichkeit.
- Bewertet werden nicht nur Ergebnisse, sondern auch Lösungswege, Begründungen und die fachsprachliche Darstellung (APO-GOSt §13 (2)). Die Zuordnung der Punktsumme zu den Notenstufen orientiert sich in der Einführungsphase an der zentralen Klausur und in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von 50% der Punktsumme erteilt werden.

Klausurübersicht

	1. Halbjahr	2. Halbjahr
EF	2 Klausuren je 90 Minuten (davon max. 20 Minuten hilfsmittelfrei)	<ul style="list-style-type: none">• 1 Klausur je 90 Minuten (davon max. 20 Minuten hilfsmittelfrei)• 1 Zentrale Klausur am Ende der EF (landeseinheitlich)

Q1 Grundkurs	2 Klausuren je 135 Minuten (davon max. 35 Minuten hilfsmittelfrei)	2 Klausuren je 135 Minuten (davon max. 35 Minuten hilfsmittelfrei)
Q2 Grundkurs	2 Klausuren je 180 Minuten (davon max. 45 Minuten hilfsmittelfrei)	<ul style="list-style-type: none"> 1 Klausur je 180 Minuten (davon max. 45 Minuten hilfsmittelfrei) 1 Klausur (Abiturbedingungen)
Q1 Leistungskurs	2 Klausuren je 180 Minuten (davon max. 45 Minuten hilfsmittelfrei)	2 Klausuren je 180 Minuten (davon max. 45 Minuten hilfsmittelfrei)
Q2 Leistungskurs	2 Klausuren je 225 Minuten (davon max. 45 Minuten hilfsmittelfrei)	<ul style="list-style-type: none"> 1 Klausur je 225 Minuten (davon max. 45 Minuten hilfsmittelfrei) 1 Klausur (Abiturbedingungen)

3.2.1.2 Lernzielkontrollen

Schriftliche Lernzielkontrollen müssen als Kompetenzüberprüfung des unmittelbar zurückliegenden Unterrichtsvorhabens den Lernenden angekündigt werden und dürfen höchstens 20 Minuten dauern.

3.2.1.3 Facharbeiten

Gemäß Beschluss der Lehrer:innenkonferenz wird die erste Klausur im zweiten Halbjahr der Q1 für diejenigen Schüler:innen, die eine Facharbeit im Fach Mathematik schreiben, durch diese ersetzt. (vgl. APO-GOST B §14 (3) und VV 14.3)

Die Bewertung der Facharbeit erfolgt auf der Grundlage der durch die Fachkonferenz beschlossenen Bewertungskriterien.

Bewertungskriterien	Maximale Punktzahl	Erreichte Punktzahl
Formales		
Die äußeren Vorgaben werden eingehalten (Deckblatt, Format, Schrift, Seitennummerierung, Versicherung mit Unterschrift).	4	
Inhalts-, Abbildungs- und Literaturverzeichnis sind vollständig, korrekt und sinnvoll aufgebaut.	4	
Die Regeln der deutschen Sprache werden eingehalten.	4	
Der Ausdruck ist einer wissenschaftlichen Arbeit angemessen.	4	
Das Layout entspricht einer wissenschaftlichen Arbeit.	4	
Teilergebnis 1:	20	
Wissenschaftliche Arbeitsweise		

Es werden vielfältige und angemessene Quellen verwendet (Fachliteratur, wissenschaftliche Veröffentlichungen im Internet, in Fachzeitschriften etc.).	5	
Der Gegenstand wird auf Basis der Quellen dargestellt.	5	
Zitate werden sinnvoll in den Text eingebunden und eindeutig kenntlich gemacht. Fußnoten werden angemessen gesetzt und verwendet.	5	
Der Unterschied zwischen Faktendarstellung, Referat anderer Positionen und eigener Positionen wird deutlich.	5	
Das Bemühen um Sachlichkeit und wissenschaftliche Distanz wird deutlich.	5	
Die Arbeit zeichnet sich durch einen sicheren Gebrauch der Fachsprache aus.	5	
Teilergebnis 2:	30	
Inhalt		
Die Arbeit ist logisch aufgebaut, in sich stringent, nicht redundant und stets themenbezogen.	10	
Wesentliche Aspekte des Themas werden erfasst.	10	
Die Einleitung enthält eine Themenhinführung und eine Themeneingrenzung.	5	
Die Abschnitte sind inhaltlich verknüpft, der zentrale Gedankengang wird transparent (roter Faden).	5	
Die dargestellten Sachverhalte sind richtig.	10	
Aussagen werden diskutiert und/oder kritisch reflektiert.	5	
Der Schluss enthält eine Synthese der Ausführungen, einen Rückbezug zur Eingangshypothese und eine abschließende Beurteilung (ohne Redundanzen).	5	
Teilergebnis 3:	50	
Gesamtpunktzahl:	100	

3.2.2 Sonstige Mitarbeit (mündliche Leistungen)

Zur sonstigen Mitarbeit zählen alle Leistungen im unterrichtlichen Zusammenhang. Sie umfasst u.a.:

- **Beiträge im Unterrichtsgespräch:** Qualität, Fachsprache, Häufigkeit und Weiterführung von Argumentationen.
- **Kooperative Arbeitsformen:** Mitarbeit in Partner- und Gruppenarbeiten, Qualität von Diskussionsbeiträgen, konstruktives Arbeiten und Hilfsbereitschaft im Team.
- **Präsentationen und kurze Vorträge:** Darstellen von Lösungswegen, Tafelanschrieb, PowerPoint Präsentationen, Einsatz digitaler Medien.

- **Hausaufgaben und Übungsaufgaben:** regelmäßige Bearbeitung, eigenständige Lösungsversuche, schriftliche Ausarbeitungen.
- **Heftführung und Dokumentation:** analog oder digital, Vollständigkeit, Struktur, Nachvollziehbarkeit und fachgerechte Darstellung.
- **Nutzung digitaler Werkzeuge:** sachgerechter Einsatz des modularen Mathematiksystems (GeoGebra).

Im Fach Mathematik ist in besonderem Maße darauf zu achten, dass die Schüler:innen zu konstruktiven Beiträgen angeregt werden. Daher erfolgt die Bewertung der sonstigen Mitarbeit nicht defizitorientiert oder ausschließlich auf fachlich richtige Beiträge ausgerichtet. Vielmehr bezieht sie Fragestellungen, begründete Vermutungen, sichtbare Bemühungen um Verständnis und Ansatzfragmente mit in die Bewertung ein.

Im Folgenden werden Kriterien für die Bewertung der sonstigen Mitarbeit jeweils für eine gute bzw. eine ausreichende Leistung dargestellt. Dabei ist bei der Bildung der Quartals-Abschlussnote jeweils die Gesamtentwicklung zu berücksichtigen, eine arithmetische Bildung aus punktuell erteilten Einzelnnoten erfolgt nicht.

Leistungsaspekt	Anforderungen für eine gute Leistung		ausreichende Leistung <i>Der:die Schüler:in,</i>
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 eigenen Beiträge	geht selten auf andere Lösungen ein, nennt Argumente, kann sie aber nicht begründen	
	kann eigene Ergebnisse auf unterschiedliche Art und mit unterschiedlichen Medien darstellen	kann eigene 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,	erarbeitet neue Lerninhalte mit umfangreicher Hilfestellung, fragt diese aber nur selten nach	

	stellt selbstständig Nachfragen	
	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
(Portfolio)	führt das Portfolio sorgfältig und vollständig	führt das Portfolio weitgehend sorgfältig, aber teilweise unvollständig
Schriftliche Übung	ca. 75% der erreichbaren Punkte	ca. 50% der erreichbaren Punkte

3.2.3 Leistungsrückmeldung und Beratung

Die Leistungsrückmeldung versteht sich als Teil des Lernprozesses und soll die Schüler:innen zu eigenverantwortlichem und selbständigen Lernen anleiten. Rückmeldungen erfolgen regelmäßig in mündlicher und schriftlicher Form. Sie geben Auskunft über den erreichten Leistungsstand und zeigen individuelle Entwicklungsmöglichkeiten auf.

- Nach jeder Klausur erhalten die Schüler:innen mit dem Erwartungshorizont eine Rückmeldung mit Hinweisen auf Stärken, typische Fehler und Vorschlägen zur Verbesserung.
- In Bezug auf die sonstige Mitarbeit werden die von der Fachkonferenz beschlossenen Kriterien (Bewertungsraster) zu Beginn eines jeden Schuljahres mit den Schüler:innen

besprochen, um die Bewertung transparent und nachvollziehbar zu gestalten. Einmal im Quartal finden Feedbackgespräche zur Leistungsentwicklung mit den Schüler:innen auf der Grundlage des Bewertungsrasters statt.

Kriterien für die Bewertung der sonstigen Mitarbeit im Fach Mathematik:

Ich	immer	oft	manchmal	selten oder nie
halte mich an die Grundregeln des Unterrichts <i>wie z.B. Pünktlichkeit, Vollständigkeit des Materials, Konzentration auf den Unterricht</i>				
nehme am Unterricht aktiv teil <i>durch selbstständiges, konzentriertes und zügiges Arbeiten</i>				
kann verantwortungsvoll in der Gruppe arbeiten <i>in Arbeitsformen wie Unterrichtsgespräch, Partner- und Gruppenarbeit, Präsentationen usw.</i>				
halte die Gesprächsregeln ein <i>wie etwa Respekt und Fairness in der Sprache und im Umgang mit den Beiträgen anderer</i>				
bereite den Unterricht vor und nach. <i>z.B. durch die Erledigung der Hausaufgaben, das Lernen von Begriffen, Definitionen usw.</i>				

Die sonstige Mitarbeit entsprechend der prozessbezogenen Kompetenzerwartungen im Fach Mathematik

Werkzeuge nutzen	immer	oft	weniger	kaum bis gar nicht
Ich kann Formelsammlungen, Geodreieck, Zirkel, geometrische Modelle, wissenschaftlichen Taschenrechner (WTR), modulares Mathematiksystem MMS (GeoGebra) zum Erkunden und Recherchieren sowie zum Berechnen und Darstellen nutzen.				
situationsangemessen über den Einsatz mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge entscheiden und diese gezielt auswählen.				
Problemlösen	immer	oft	weniger	kaum bis gar nicht
Ich kann einfache mathematische Probleme erkennen und formulieren.				
komplexe mathematische Probleme erkennen und formulieren.				

Problemsituationen analysieren und strukturieren.				
Ideen für mögliche Lösungswege entwickeln.				
ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung einsetzen. <i>z.B. pq-Formel, LGS, Wurzel-, Potenzgesetze, Distributivgesetz, Ableitungen usw.</i>				
geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung auswählen.				
die Plausibilität von Ergebnissen überprüfen.				
Ergebnisse vor dem Hintergrund der Fragestellung interpretieren.				
Ursachen von Fehlern analysieren und reflektieren.				
Argumentieren	<i>immer</i>	<i>oft</i>	<i>weniger</i>	<i>kaum bis gar nicht</i>
<i>Ich kann</i>				
Vermutungen aufstellen und mithilfe von Fachbegriffen präzisieren.				
Zusammenhänge zwischen Begriffen herstellen.				
mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen nutzen.				
Argumente zu Argumentationsketten verknüpfen.				
vorgegebene Argumentationen und mathematische Beweise erklären.				
Kommunizieren	<i>immer</i>	<i>oft</i>	<i>weniger</i>	<i>kaum bis gar nicht</i>
<i>Ich kann</i>				
mathematische Begriffe in theoretischen und in Sachzusammenhängen erläutern.				
eigene Überlegungen formulieren und eigene Lösungswege beschreiben.				
die Fachsprache und die fachspezifische Notation in angemessenem Umfang verwenden.				
Arbeitsschritte nachvollziehbar dokumentieren.				
Ausarbeitungen erstellen und präsentieren.				
Beiträge anderer aufgreifen und weiter entwickeln.				

zu mathematischen, auch fehlerbehafteten Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung nehmen.				
Modellieren <i>Ich kann</i>	<i>immer</i>	<i>oft</i>	<i>weniger</i>	<i>kaum bis gar nicht</i>
komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung erfassen und strukturieren.				
komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle übersetzen.				
mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb eines mathematischen Modells erarbeiten.				
einem mathematischen Modell verschiedene passende Sachsituationen zuordnen.				
die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation beziehen.				
die Angemessenheit aufgestellter Modelle für die Fragestellung beurteilen und die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen reflektieren.				

3.3 Lernmaterialien und Medienkonzept

Im Mathematikunterricht wird das Lehrwerk „Elemente der Mathematik“ (Westermann) mit den entsprechenden analogen und digitalen Begleitmaterialien verbindlich benutzt.

Als modulares Mathematiksystem (MMS) wird GeoGebra verwendet. Die Schüler:innen arbeiten mit iPads, die entweder privat angeschafft oder über die Schule geliehen werden können.

Darüber hinaus wird im Unterricht ein wissenschaftlicher Taschenrechner (WTR) – Modell CALCOOM IQ-Z8 – eingeführt, der als Hilfsmittel in den Klausuren verwendet wird.

Der Nutzung digitaler Medien und die Verwendung digitaler Werkzeuge sind in den konkretisierten Unterrichtsvorhaben mit dem entsprechenden Kompetenzerwerb ausgewiesen.

Die Benutzung der iPads im Mathematikunterricht wird kontinuierlich evaluiert, Regelungen zum Einsatz sollen zielführend für die Leistungsentwicklung und den Lernerfolg der Schüler:innen sein.

3.4 Fächerübergreifendes Lernen

Die Fachkonferenz Mathematik hat sich im Rahmen des Schulprogramms und in Absprache mit den betreffenden Fachkonferenzen auf folgende Schwerpunkte des fächerübergreifenden Lernens geeinigt:

- **Zusammenarbeit mit anderen Fächern:**

Der Mathematikunterricht in der Oberstufe ist in vielen Fällen auf reale oder realitätsnahe Kontexte bezogen. Insbesondere erfolgt eine Kooperation mit den naturwissenschaftlichen Fächern auf der Ebene einzelner Kontexte, die durch die mathematische Betrachtungsweise neu eingeordnet werden. Der besonderen Rolle der Mathematik in den Naturwissenschaften soll dadurch Rechnung getragen werden, dass die Erkenntnis von Zusammenhängen mathematisiert werden kann.

Die Zusammenarbeit mit der Fachkonferenz Physik wirkt sich insbesondere auf gemeinsam verwendete Schreibweisen, aber auch auf die Bereitstellung von Experimentiermaterial aus.

Im Bereich der mathematischen Modellierung von Sachverhalten werden die naturwissenschaftlichen Modelle als Grundlage für sinnvolle Modellannahmen genutzt. Insbesondere beim Thema „Wachstum und Zerfall“ werden die zugrundeliegenden physikalischen bzw. biologischen Modelle als Argumentationsgrundlage verwendet und durch mathematikhaltige Argumentationen verifiziert.

Geplant sind weitere Kooperationen, u.a. mit den Fächern Sozialwissenschaften und Pädagogik. Hier bieten sich Projekte an, in denen Hypothesen auf der Basis empirischer Daten mittels deskriptiver und konfirmativer Statistik analysiert und beurteilt werden und zu einem Erkenntnisgewinn führen.

- **Exkursionen:**

Im Rahmen der Exkursionstage sollen verstärkt mathematisch-naturwissenschaftliche Exkursionen angeboten werden, so dass die Schüler:innen einen Einblick in die Aufgabenbereiche Von Mathematiker:innen und die interdisziplinäre Zusammenarbeit erhalten. Gleichzeitig sollen Praxisbezüge die Sinnhaftigkeit von Mathematik erfahrbar machen. Hier bietet sich insbesondere die empirische Sozialforschung mit dem Bereich der statistischen Methoden an.

3.5 Qualitätssicherung und Evaluierung

Die Qualitätssicherung im Mathematikunterricht der Oberstufe erfolgt auf mehreren Ebenen, wobei eine enge Zusammenarbeit zwischen den Fachkolleg:innen die zentrale Basis bildet.

- **Fachcurriculum und Absprachen:** einheitliche Themenabfolge, verbindliche Erwartungshorizonte und Operatoren
- **Unterrichtsqualität:** kollegiale Hospitation und Feedback, Schüler:innenfeedback einholen, Methodenvielfalt und Differenzierung
- **Leistungsbewertung:** gemeinsame Klausuren und Aufgabenpools, einheitliche Bewertungsmaßstäbe
- **Ergebnisse und Evaluation:** Klausur- und Notenanalysen, Abiturergebnisse im Vergleich (schulintern und landesweit), Diagnosetests zu Beginn der EF

- **Fortbildung und Weiterentwicklung:** interne Fachkonferenzen und Materialsammlungen, externe Fortbildungen (z.B. digitale Tools, Didaktik)

4. Themengebundene kompetenzorientierte Unterrichtsvorhaben

Die in den Tabellen aufgeführten inhaltlichen Schwerpunkte und Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung sind dem KLP für die Sekundarstufe II Gymnasium / Gesamtschule Mathematik 2023 entnommen. Die hellgrauen Textpassagen werden an anderer Stelle eingeführt. Diese Darstellungsweise unterstützt den Prozess, die Ziele des KLP vollständig zu erreichen.

Einführungsphase	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte
UV 1 Funktionen <ul style="list-style-type: none"> • Funktionen und ihre Darstellungen • Potenzfunktionen • Funktionsgraphen verschieben und strecken • Ganzrationale Funktionen • Symmetrien von Funktionsgraphen • Nullstellen ca. 14 U-Std.	Funktionen und Analysis (A) <ul style="list-style-type: none"> • Funktionen: Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten, ganzrationale Funktionen • Eigenschaften von Funktionen: Verlauf des Graphen, Definitionsbereich, Wertebereich, Nullstellen, Symmetrie, Verhalten für $x \rightarrow \pm\infty$ • Transformationen: Spiegelung an den Koordinatenachsen, Verschiebung, Streckung
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung <i>Die Schüler:innen ...</i>	
Konkretisierte Kompetenzerwartungen (A-1) bestimmen die Eigenschaften von Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten und von ganzrationalen Funktionen, (A-2) lösen Polynomgleichungen, die sich durch einfaches Ausklammern auf lineare oder quadratische Gleichungen zurückführen lassen, ohne Hilfsmittel, (A-3) erkunden und systematisieren den Einfluss von Parametern im Funktionsterm auf Eigenschaften der Funktion (quadratische Funktionen, Potenzfunktionen, Sinusfunktion), (A-4) wenden Transformationen bezüglich beider Achsen auf Funktionen (ganzrationale Funktionen, Sinusfunktion) an und deuten die zugehörigen Parameter.	
Prozessbezogene Kompetenzerwartungen	

- (Ope-1)** wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an,
(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,
(Ope-12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (GeoGebra) zum ...
- Lösen von Gleichungen
 - zielgerichteten Variieren von Parametern von Funktionen,
 - Erstellen von Graphen und Wertetabellen von Funktionen,
- (Pro-1)** setzen Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein,
(Arg-4) erläutern Zusammenhänge zwischen Fachbegriffen
(Kom-6) verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang.

Vorhabenbezogene Empfehlungen

- *Methoden:* Das Lösen von Gleichungen höheren Grades entdecken

Einführungsphase	
Unterrichtsvorhaben	<i>Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte</i>
UV 2 Differentialrechnung <ul style="list-style-type: none"> ● Mittlere Änderungsrate ● Lokale Änderungsrate ● Ableitung an einer Stelle berechnen ● Graph der Ableitungsfunktion ● Potenzregel 	Funktionen und Analysis (A) <ul style="list-style-type: none"> ● Grundverständnis des Ableitungsbegriff: mittlere und lokale Änderungsrate, graphisches Ableiten, Sekante und Tangente ● Differentialrechnung: Ableitungsregeln (Potenz-, Summen- und Faktorregel), Monotonie, Extrempunkte, lokale und globale Extrema, Krümmungsverhalten, Wendepunkte

<ul style="list-style-type: none"> • Faktor- und Summenregel • Tangenten und Normalen <p>ca. 14 U-Std.</p>	
<p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung Die Schüler:innen ...</p> <p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</p> <p>(A-5) berechnen mittlere und lokale Änderungsraten und interpretieren sie im Sachkontext, (A-6) erläutern den Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und zurückgelegter Strecke anhand entsprechender, (A-7) erläutern qualitativ auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs an Beispielen den Übergang von der mittleren zur lokalen Änderungsrate und nutzen die Schreibweise $\lim_{x \rightarrow \dots} f(x)$, (A-8) deuten die Ableitung an einer Stelle als lokale Änderungsrate sowie als Steigung der Tangente an den Graphen, (A-9) bestimmen Sekanten-, Tangenten- sowie Normalensteigungen und berechnen Steigungswinkel, (A-10) beschreiben und interpretieren Änderungsraten funktional (Ableitungsfunktion), (A-11) leiten Funktionen graphisch ab und entwickeln umgekehrt zum Graphen der Ableitungsfunktion einen passenden Funktionsgraphen, (A-13) nutzen die Ableitungsregel für Potenzfunktionen mit natürlichen Exponenten, (A-14) wenden die Summen- und Faktorregel an und beweisen eine dieser Ableitungsregeln.</p> <p>Prozessbezogene Kompetenzerwartungen</p> <p>(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-5) führen Darstellungswechsel sicher aus, (Ope-6) führen verschiedene Lösungs- und Kontrollverfahren durch, vergleichen und bewerten diese, (Ope-12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (GeoGebra) zum ... <ul style="list-style-type: none"> ○ Lösen von Gleichungen ○ Erstellen von Graphen und Wertetabellen von Funktionen, ○ Ermitteln eines Funktionsterms der Ableitung einer Funktion auch abhängig von Parametern, (Mod-2) treffen begründet Annahmen und nehmen Vereinfachungen realer Situationen vor, (Pro-11) analysieren und reflektieren Ursachen von Fehlern,</p>	

(Arg-1) stellen Fragen, die für die Mathematik charakteristisch sind und stellen begründete Vermutungen über die Art und Existenz von Zusammenhängen auf,

(Arg-2) unterstützen Vermutungen durch geeignete Beispiele,

(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,

(Kom-8) wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen,

(Kom-11) greifen Beiträge auf und entwickeln sie weiter,

(Kom-12) nehmen zu mathematikhaltigen, auch fehlerbehafteten, Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung

Vorhabenbezogene Empfehlungen

- *Methoden:* Differenzierbarkeit untersuchen
- *Thema:* Die Entstehung der Differentialrechnung

Einführungsphase	
<i>Unterrichtsvorhaben</i>	<i>Inhaltsfeld</i> <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i>
UV 3 Funktionsuntersuchung <ul style="list-style-type: none"> • Monotonie • Extrempunkte • Zweite Ableitung • Wendepunkte • Funktionen untersuchen <p>ca. 14 U-Std.</p>	Funktionen und Analysis (A) <ul style="list-style-type: none"> • Grundverständnis des Ableitungsbegriff: mittlere und lokale Änderungsrate, graphisches Ableiten, Sekante und Tangente • Differentialrechnung: Ableitungsregeln (Potenz-, Summen- und Faktorregel), Monotonie, Extrempunkte, lokale und globale Extrema, Krümmungsverhalten, Wendepunkte
<i>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung</i>	

Die Schüler:innen ...

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

- (A-12)** beschreiben das Monotonieverhalten einer Funktion mithilfe der Ableitung,
(A-15) unterscheiden lokale und globale Extrema im Definitionsbereich,
(A-16) verwenden das notwendige Kriterium und hinreichende Kriterium zur Bestimmung von Extrem- bzw. Wendepunkten,
(A-17) beschreiben das Krümmungsverhalten des Graphen einer Funktion mithilfe der 2. Ableitung,
(A-18) nutzen an den unterschiedlichen Darstellungsformen einer Funktion ablesbare Eigenschaften als Argumente, um Lösungen effizient zu gestalten,
(A-19) lösen innermathematische und anwendungsbezogene Problemstellungen mithilfe von ganzrationalen Funktionen.

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

- (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-7) nutzen schematisierte und strategiegeleitete Verfahren und wählen diese situationsgerecht aus,
(Ope-11) nutzen Mathematikwerkzeuge zum Darstellen, Berechnen, Kontrollieren und Präsentieren sowie zum Erkunden,
(Ope-12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (GeoGebra) zum ...
- Lösen von Gleichungen
 - Erstellen von Graphen und Wertetabellen von Funktionen,
 - Ermitteln eines Funktionsterms der Ableitung einer Funktion auch abhängig von Parametern,
- (Ope-13)** entscheiden situationsangemessen über den Einsatz mathematischer Hilfsmittel und digitaler Mathematikwerkzeuge und wählen diese begründet aus,
(Mod-1) erfassen und strukturieren zunehmend komplexe reale Situationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung,
(Mod-4) ordnen einem mathematischen Modell passende reale Situationen zu,
(Mod-6) beziehen erarbeitete Lösungen wieder auf die reale Situation und interpretieren diese als Antwort auf die Fragestellung,
(Pro-6) wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge, Verfahren sowie Medien und Werkzeuge zur Problemlösung aus,
(Pro-10) überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen und interpretieren diese vor dem Hintergrund der Fragestellung,
(Arg-3) präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur,
(Arg-5) begründen Lösungswege und nutzen dabei mathematische Regeln und Sätze sowie sachlogische Argumente,
(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,
(Kom-3) erläutern mathematische Begriffe in innermathematischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen.

Vorhabenbezogene Empfehlungen

- *Methoden:* Typen ganzrationaler Funktionen 3. Grades untersuchen

Einführungsphase	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte
UV 4 Vektoren und Geraden im Raum <ul style="list-style-type: none"> • Punkte im Raum • Verschiebungen im Raum – Vektoren • Vektoren addieren und subtrahieren • Vektoren vervielfachen • Geraden im Raum • Lagebeziehungen zwischen Geraden ca. 14 U-Std.	Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G) <ul style="list-style-type: none"> • Koordinatisierungen des Raumes: Punkte, Ortsvektoren, Vektoren • Vektoroperationen: Addition, Multiplikation mit einem Skalar • Eigenschaften von Vektoren: Länge, Kollinearität • Geraden und Strecken: Parameterform • Lagebeziehungen von Geraden: identisch, parallel, windschief, sich schneidend • Schnittpunkte: Geraden
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung Die Schüler:innen ...	
Konkretisierte Kompetenzerwartungen	

- (G-1)** wählen geeignete kartesische Koordinatisierungen für die Bearbeitung eines geometrischen Sachverhalts in der Ebene und im Raum,
(G-2) stellen geometrische Objekte in einem räumlichen kartesischen Koordinatensystem dar,
(G-3) deuten Vektoren geometrisch als Verschiebungen und in bestimmten Sachkontexten als Geschwindigkeit,
(G-4) berechnen Längen von Vektoren und Abstände zwischen Punkten mithilfe des Satzes des Pythagoras,
(G-5) addieren Vektoren, multiplizieren Vektoren mit einem Skalar und untersuchen Vektoren auf Kollinearität,
(G-6) weisen Eigenschaften geometrischer Figuren mithilfe von Vektoren nach,
(G-7) stellen Geraden und Strecken in Parameterform dar,
(G-8) interpretieren Parameter Geraden im Sachkontext,
(G-9) untersuchen Lagebeziehungen von Geraden,
(G-10) untersuchen geometrische Situationen im Raum mithilfe digitaler Mathematikwerkzeuge,
(G-11) nutzen Eigenschaften von Vektoren und Parametergleichungen von Geraden beim Lösen von innermathematischen und anwendungsbezogenen Problemstellungen,
(G-12) lösen lineare Gleichungssysteme im Zusammenhang von Lagebeziehungen von Geraden und interpretieren die jeweilige Lösungsmenge.

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

- (Ope-1)** wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an,
(Ope-2) übersetzen symbolische und formale Sprache in natürliche Sprache und umgekehrt,
(Ope-8) erstellen Skizzen geometrischer Situationen und wechseln zwischen Perspektiven,
(Ope-9) verwenden grundlegende Eigenschaften mathematischer Objekte zur Bearbeitung von Problemstellungen,
(Ope-12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (GeoGebra) zum ...
 - Darstellen von geometrischen Situationen im Raum,**(Pro-3)** wählen zur Erfassung einer Situation heuristische Hilfsmittel aus (Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren),
(Arg-4) erläutern Zusammenhänge zwischen Fachbegriffe
(Kom-5) formulieren eigene Überlegungen und beschreiben zunehmend komplexe eigene Lösungswege.

Vorhabenbezogene Empfehlungen

- *Thema:* Bewegungen auf dem Wasser analysieren und beurteilen

Qualifikationsphase Q1 (Grundkurs)	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte
UV 1 Analytische Geometrie <ul style="list-style-type: none"> • Orthogonalität – Skalarprodukt • Winkel zwischen Vektoren • Parameterdarstellung einer Ebene • Koordinatenform einer Ebene • Lagebeziehungen zwischen Geraden und Ebenen • Schnittwinkel mit Ebenen ca. 13 U-Std.	Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G) <ul style="list-style-type: none"> • Vektoroperation: Skalarprodukt • Ebenen: Parameterform, Koordinatenform, Normalenvektor • Schnittwinkel: Geraden, Geraden und Ebenen, Ebenen • Schnittpunkte: Geraden und Ebenen • Lineare Gleichungssysteme
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung <i>Die Schüler:innen ...</i>	
Konkretisierte Kompetenzerwartungen (G-1) deuten das Skalarprodukt geometrisch (Orthogonalität, Betrag, Winkel zwischen Vektoren) und berechnen es, (G-2) stellen Ebenen in Parameterform und in Koordinatenform dar, (G-3) verwenden Koordinatenformen von Ebenen zur Orientierung im Raum (Punktprobe, Schnittpunkte mit den Koordinatenachsen, Normalenvektor), (G-4) berechnen Schnittpunkte von Geraden und Ebenen, (G-5) berechnen die Größe des Schnittwinkels zwischen zwei sich schneidenden Objekten, (G-6) nutzen Symmetriebetrachtungen in geometrischen Objekten zur Lösung von Problemstellungen und spiegeln Punkte an Ebenen in einfachen Fällen,	

(G-7) erläutern ein algorithmisches Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme,

(G-8) wenden ein algorithmisches Lösungsverfahren ohne digitale Mathematikwerkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten an, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind,

(G-9) untersuchen geometrische Objekte oder Situationen in innermathematischen und anwendungsbezogenen Problemstellungen und deuten die Ergebnisse.

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

(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-8) erstellen Skizzen geometrischer Situationen und wechseln zwischen Perspektiven,

(Ope-9) verwenden grundlegende Eigenschaften mathematischer Objekte zur Bearbeitung von Problemstellungen,

(Ope-12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (GeoGebra) zum ...

- Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen auch abhängig von Parametern,
- Darstellen von geometrischen Situationen im Raum,

(Pro-3) wählen zur Erfassung einer Situation heuristische Hilfsmittel aus (Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren),

(Pro-4) erkennen Muster und Beziehungen und generieren daraus Vermutungen,

(Pro-7) setzen Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein,

(Mod-2) treffen begründet Annahmen und nehmen Vereinfachungen realer Situationen vor,

(Mod-3) übersetzen zunehmend komplexe reale Situationen in mathematische Modelle,

(Mod-7) reflektieren die Anhängigkeit der Lösungen von den getroffenen Annahmen,

(Mod-8) benennen Grenzen aufgestellter mathematischer Modelle und vergleichen Modelle bzgl. der Angemessenheit,

(Kom-2) beschreiben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren

(Kom-7) wählen begründet geeignete digitale und analoge Medien und mathematische Darstellungsformen (graphisch-visuell, algebraisch-formal, numerisch-tabellarisch, verbal-sprachlich) aus.

Vorhabenbezogene Empfehlungen

- *Thema: „Licht und Schatten“ – Schattenpunkte bei verschiedenen Projektionsarten (Parallel- und Zentralprojektion) experimentell erkunden und berechnen.*

Qualifikationsphase Q1 (Grundkurs)	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte
UV 2 Modellieren mit Funktionen <ul style="list-style-type: none">• Extremwertprobleme• Lineare Gleichungssysteme• Funktionsterme bestimmen• Funktionen mit einem Parameter• Umkehrfunktionen• Ableitung der Wurzel- und der Kehrwertfunktion• Ableitung der Sinus- und der Kosinusfunktion ca. 13 U-Std.	Funktionen und Analysis (G) <ul style="list-style-type: none">• Funktionen: ganzrationale Funktionen, Exponentialfunktionen• Eigenschaften von Funktionen: Verlauf des Graphen, Definitionsbereich, Wertebereich, Nullstellen, Symmetrie, Verhalten für $x \rightarrow \pm\infty$• Fortführung der Differentialrechnung: Produktregel, Extremwertprobleme, Rekonstruktion von Funktionstermen („Steckbriefaufgaben“)
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung Die Schüler:innen ...	
Konkretisierte Kompetenzerwartungen (A-1) Führen Extremwertprobleme durch Kombination mit Nebenbedingungen auf Funktionen einer Variablen zurück und lösen diese, (A-2) nutzen 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, (A-3) bestimmen Parameter einer Funktion mithilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben,	

(A-4) erläutern den Begriff der Umkehrfunktion am Beispiel der Wurzelfunktion unter Berücksichtigung des Graphen sowie des Definitions- und Wertebereichs,

(A-5) bilden ohne Hilfsmittel die Ableitungen von ganzrationale Funktionen, der natürlichen Exponentialfunktion, der Sinus- und der Kosinusfunktion sowie der Potenzfunktionen \sqrt{x} und $\frac{1}{x}$ und wenden die Produktregel an,

(A-7) untersuchen Funktionen auch in Abhängigkeit von Parametern mithilfe von vorgegebenen und mit dem MMS ermittelten Ableitungen im Kontext der Fragestellung,

(A-20) lösen innermathematische und anwendungsbezogenen Problemstellungen mithilfe von ganzrationalen Funktionen, der natürlichen Exponentialfunktion und daraus zusammengesetzten Funktionen.

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

(Ope-3) führen geeignete Rechenoperationen auf der Grundlage eines inhaltlichen Verständnisses durch,

(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-12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (GeoGebra) zum ...

- Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen auch abhängig von Parametern,
- zielgerichteten Variieren von Parametern von Funktionen,
- Erstellen von Graphen und Wertetabellen
- Ermitteln eines Funktionsterms der Ableitung einer Funktion auch abhängig von Parametern,

(Mod-3) übersetzen zunehmend komplexe reale Situationen in mathematische Modelle,

(Mod-5) erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten Lösungen innerhalb eines mathematischen Modells,

(Mod-6) beziehen erarbeitete Lösungen wieder auf reale Situationen und interpretieren diese als Antwort auf die Fragestellung,

(Mod-7) reflektieren die Abhängigkeit der Lösungen von den getroffenen Annahmen,

(Mod-9) verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung,

(Pro-1) stellen Fragen zu zunehmend komplexeren Problemstellungen,

(Pro-2) analysieren und strukturieren Problemsituationen,

(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),

(Pro-8) berücksichtigen einschränkende Bedingungen,

(Pro-9) entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege, planen Vorgehensweisen zur Lösung eines Problems und führe Lösungspläne zielgerichtet aus,

(Arg-6) entwickeln tragfähige Argumentationsketten durch die Verknüpfung von einzelnen Argumenten,

(Arg-7) nutzen verschiedene Argumentationsstrategie (Gegenbeispiel, direktes Schlussfolgern, Widerspruch),

(Arg-10) beurteilen, ob vorliegende Argumentationsketten vollständig und fehlerfrei sind,

(Arg-11) ergänzen lückenhafte und korrigieren fehlerhafte Argumentationsketten,

(Kom-1) erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus zunehmend komplexen mathematikhaltigen analogen und digitalen Quellen sowie aus mathematischen Fachtexten und Unterrichtsbeiträgen,

(Kom-9) dokumentieren und präsentieren Arbeitsschritte, Lösungswege und Argumentationen vollständig und kohärent.

Vorhabenbezogene Empfehlungen

- *Methoden:* „Modelle variieren“ – Verpackungslösungen mit möglichst niedrigem Materialbedarf bei einem vorgegebenen Volumen modellieren.

Qualifikationsphase Q1 (Grundkurs)	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte
UV 3 Integralrechnung <ul style="list-style-type: none">• Von der Änderung zum Bestand• Integral als Grenzwert• Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung• Integralfunktion• Fläche zwischen Graph und x-Achse	Funktionen und Analysis (G) <ul style="list-style-type: none">• Funktionen: ganzrationale Funktionen, Exponentialfunktionen• Eigenschaften von Funktionen: Verlauf des Graphen, Definitionsbereich, Wertebereich, Nullstellen, Symmetrie, Verhalten für $x \rightarrow \pm\infty$• Integralrechnung: Produktsumme, orientierte Fläche, Bestandsfunktion, Integralfunktion, Stammfunktion, bestimmtes Integral, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung

<ul style="list-style-type: none"> • Fläche zwischen zwei Graphen <p>ca. 13 U-Std.</p>	
<p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung</p> <p>Die Schüler:innen ...</p>	
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</p> <p>(A-11) interpretieren Produktsummen im Sachkontext als Rekonstruktion des Gesamtbestandes oder Gesamteffekts einer Größe,</p> <p>(A-12) deuten die Inhalte von orientierten Flächen im Kontext der Fragestellung,</p> <p>(A-13) skizzieren zum Graphen einer gegebenen Randfunktion den Graphen der zugehörigen Flächeninhaltsfunktion,</p> <p>(A-14) erläutern und vollziehen an geeigneten Beispielen den Übergang von der Produktsumme zum Integral auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs,</p> <p>(A-15) erläutern geometrisch-anschaulich den Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung und wenden ihn an,</p> <p>(A-16) nutzen vorgegebene Stammfunktionen und bestimmen ohne Hilfsmittel Stammfunktionen ganzrationaler Funktionen,</p> <p>(A-17) nutzen die Intervalladditivität und Linearität von Integralen,</p> <p>(A-18) ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate oder der Randfunktion,</p> <p>(A-19) ermitteln Flächeninhalte mithilfe von bestimmten Integralen.</p> <p>Prozessbezogene Kompetenzerwartungen</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-7) nutzen schematisierte und strategiegeleitete Verfahren und wählen diese situationsgerecht aus,</p> <p>(Ope-12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (GeoGebra) zum ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen auch abhängig von Parametern, ○ zielgerichteten Variieren von Parametern von Funktionen, ○ Erstellen von Graphen und Wertetabellen von Funktionen, ○ Ermitteln bestimmter und unbestimmter Integrale auch abhängig von Parametern, <p>(Ope-14) reflektieren die Möglichkeiten und Grenzen digitaler Mathematikwerkzeuge,</p>	

(Mod-3) übersetzen zunehmend komplexe reale Situationen in mathematische Modelle,
(Mod-7) reflektieren die Abhängigkeit der Lösungen von den getroffenen Annahmen,
(Pro-5) nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (Analogiebetrachtungen, Schätzen und Überschlagen, systematisches Probieren oder Ausschließen, Darstellungswchsel, Zerlegen und Ergänzen, Symmetrien verwenden, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Fallunterscheidungen, Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten, Spezialisieren und Verallgemeinern),
(Pro-6) wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge, Verfahren sowie Medien und Werkzeuge zur Problemlösung aus,
(Pro-7) setzen Routineverfahren auch hilfsmittelfrei ein,
(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,
(Arg-2) unterstützen Vermutungen durch geeignete Beispiele,
(Arg-3) präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur,
(Kom-6) verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang
(Kom-13) vergleichen und beurteilen ausgearbeitete Lösungen unter mathematischen Gesichtspunkten hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität.

Vorhabenbezogene Empfehlungen

- *Methoden:* „Mittelwert über einem Intervall“ – anwendungsbezogene Erkundung mit Herleitung des Mittelwertsatzes

Qualifikationsphase Q1 (Grundkurs)	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte
UV 4 Daten und Zufall • Mittelwert und Standardabweichung	Stochastik (S) <ul style="list-style-type: none"> • Mehrstufige Zufallsexperimente: Urnenmodelle, Baumdiagramme, Vierfeldertafeln, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Pfadregeln • Kenngrößen: Erwartungswert, Varianz, Standardabweichung • Diskrete Zufallsgrößen: Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Kenngrößen

<ul style="list-style-type: none"> • Mehrstufige Zufallsexperimente • Bedingte Wahrscheinlichkeit und stochastische Unabhängigkeit • Vierfeldertafeln • Erwartungswert einer Zufallsgröße <p>ca. 13 U-Std.</p>	
<p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung</p> <p><i>Die Schüler:innen ...</i></p> <p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</p> <p>(S-1) planen und beurteilen statistische Erhebungen und nutzen dabei auch digitale Mathematikwerkzeuge,</p> <p>(S-2) untersuchen und beurteilen Stichproben mithilfe von Lage- und Streumaßen und verwenden das Summenzeichen,</p> <p>(S-3) verwenden Simulationen zur Untersuchung stochastischer Situationen und nutzen dabei auch digitale Mathematikwerkzeuge,</p> <p>(S-4) verwenden Urnenmodelle (ziehen mit und ohne Zurücklegen) zur Beschreibung von Zufallsprozessen und zur Berechnung von Wahrscheinlichkeiten,</p> <p>(S-5) bestimmen das Gegenereignis \bar{A}, verknüpfen Ereignisse durch die Operatoren $A \setminus B, A \cap B, A \cup B$ und bestimmen die zugehörigen Wahrscheinlichkeiten,</p> <p>(S-6) beschreiben mehrstufige Zufallsexperimente mithilfe von Baumdiagrammen und Vierfeldertafeln und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten,</p> <p>(S-7) prüfen Teilvorgänge mehrstufiger Zufallsexperimente mithilfe von Vierfeldertafeln und Baumdiagrammen auf stochastische Unabhängigkeit,</p> <p>(S-8) lösen Problemstellungen im Kontext bedingter Wahrscheinlichkeiten,</p> <p>(S-9) erläutern den Begriff der Zufallsgröße an geeigneten Beispielen und bestimmen Wahrscheinlichkeitsverteilungen diskreter Zufallsgrößen,</p> <p>(S-10) bestimmen und deuten den Erwartungswert, die Varianz und die Standardabweichung von diskreten Zufallsgrößen.</p>	

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

- (Ope-1) wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an,
(Ope-2) übersetzen symbolische und formale Sprache in natürliche Sprache und umgekehrt,
(Ope-5) führen Darstellungswechsel sicher aus,
(Ope-6) führen verschiedene Lösungs- und Kontrollverfahren durch, vergleichen und bewerten diese,
(Ope-10) recherchieren Informationen und Daten aus Medienangeboten (Printmedien, Internet und Formelsammlungen) und reflektieren diese kritisch,
(Ope-11) nutzen Mathematikwerkzeuge zum Darstellen, Berechnen, Kontrollieren und Präsentieren sowie zum Erkunden,
(Ope-12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (GeoGebra) zum ...
 - Ermitteln der Kennzahlen statistischer Daten und von Wahrscheinlichkeitsverteilungen,

(Pro-6) wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge, Verfahren sowie Medien und Werkzeuge zur Problemlösung aus,
(Pro-10) überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen und interpretieren diese vor dem Hintergrund der Fragestellung,
(Arg-1) stellen Fragen, die für die Mathematik charakteristisch sind und stellen begründete Vermutungen über die Existenz und Art von Zusammenhängen auf,
(Arg-12) beurteilen Argumentationsketten hinsichtlich ihres Geltungsbereichs und ihrer Übertragbarkeit,
(Arg-13) überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können,
(Kom-4) erfassen und erläutern mathematische Darstellungen, auch wenn diese nicht vertraut sind,
(Kom-11) greifen Beiträge aus und entwickeln sie weiter,
(Kom-12) nehmen zu mathematikhaltigen, auch fehlerbehafteten, Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung,
(Kom-15) führen Diskussionsbeiträge zu einem Fazit zusammen.

Vorhabenbezogene Empfehlungen

- Methoden: „Boxplots“ – Darstellungsweisen der deskriptiven Statistik erkunden und begründet anwenden.

Qualifikationsphase Q2 (Grundkurs)	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte
UV 1 Binomialverteilte Zufallsgrößen <ul style="list-style-type: none"> • Binomialverteilung • Kumulierte Binomialverteilung • Mindestzahl an Versuchen • Erwartungswert und Standardabweichung einer Binomialverteilung • Simulation ca. 18 U-Std.	Stochastik (S) <ul style="list-style-type: none"> • Mehrstufige Zufallsexperimente: Urnenmodelle, Baumdiagramme, Vierfeldertafeln, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Pfadregeln • Kenngrößen: Erwartungswert, Varianz, Standardabweichung • Diskrete Zufallsgrößen: Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Kenngrößen • Binomialverteilung: Kenngrößen, Histogramme
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung <i>Die Schüler:innen ...</i>	
Konkretisierte Kompetenzerwartungen <p>(S-1) planen und beurteilen statistische Erhebungen und nutzen dabei auch digitale Mathematikwerkzeuge, (S-2) untersuchen und beurteilen Stichproben mithilfe von Lage- und Streumaßen und verwenden das Summenzeichen, (S-3) verwenden Simulationen zur Untersuchung stochastischer Situationen und nutzen dabei auch digitale Mathematikwerkzeuge, (S-11) begründen, dass bestimmte Zufallsexperimente durch binomialverteilte Zufallsgrößen beschrieben werden können, (S-12) erklären die Binomialverteilung und beschreiben den Einfluss der Parameter n und p auf die Binomialverteilung, ihre Kenngrößen und die graphische Darstellung, (S-13) nutzen die Binomialverteilung und ihre Kenngrößen zur Beschreibung von Zufallsexperimenten und zur Lösung von Problemstellungen, (S-14) interpretieren die bei einer Stichprobe erhobene relative Häufigkeit als Schätzung einer zugrundeliegenden unbekannten Wahrscheinlichkeit.</p>	

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

(Ope-1) wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an,

(Ope-2) übersetzen symbolische und formale Sprache in natürliche Sprache und umgekehrt,

(Ope-3) führen geeignete Rechenoperationen auf der Grundlage eines inhaltlichen Verständnisses aus,

(Ope-10) recherchieren Informationen und Daten aus Medienangeboten (Printmedien, Internet und Formelsammlungen) und reflektieren diese kritisch,

(Ope-11) nutzen Mathematikwerkzeuge zum Darstellen, Berechnen, Kontrollieren und Präsentieren sowie zum Erkunden,

(Ope-12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (GeoGebra) zum ...

- Ermitteln der Kennzahlen statistischer Daten und von Wahrscheinlichkeitsverteilungen,
- Variieren der Parameter von Wahrscheinlichkeitsverteilungen,
- Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei binomialverteilten und im Leistungskurs auch normalverteilten Zufallsgrößen,
- Berechnen der Grenzen von Konfidenzintervallen im Leistungskurs,

(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-14) variieren und verallgemeinern Fragestellungen vor dem Hintergrund einer Lösung,

(Arg-1) stellen Fragen, die für die Mathematik charakteristisch sind und stellen begründete Vermutungen über die Existenz und Art von Zusammenhängen auf,

(Arg-12) beurteilen Argumentationsketten hinsichtlich ihres Geltungsbereichs und ihrer Übertragbarkeit,

(Arg-13) überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können,

(Kom-4) erfassen und erläutern mathematische Darstellungen, auch wenn diese nicht vertraut sind,

(Kom-10) konzipieren, erstellen und präsentieren analoge und digitale Lernprodukte,

(Kom-12) nehmen zu mathematikhaltigen, auch fehlerbehafteten, Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung,

(Kom-14) vergleichen und beurteilen mathematikhaltige Informationen und Darstellungen in Alltagsmedien unter mathematischen Gesichtspunkten,

(Kom-15) führen Diskussionsbeiträge zu einem Fazit zusammen.

Vorhabenbezogene Empfehlungen

- „Binomialkoeffizienten“: Struktur und Formel im Anwendungskontext entdecken.

Qualifikationsphase Q2 (Grundkurs)	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte
UV 2 Wachstum beschreiben <ul style="list-style-type: none"> • Exponentielles Wachstum • Die e-Funktion • e-Funktion ableiten • Exponentialfunktionen mit der Basis e schreiben • Begrenztes Wachstum • Wachstum vergleichen – Produktregel • e- Funktionen in Anwendungen ca. 18 U-Std.	Funktionen und Analysis (G) <ul style="list-style-type: none"> • Funktionen: <i>ganzrationale Funktionen, Exponentialfunktionen</i> • Eigenschaften von Funktionen: Verlauf des Graphen, Definitionsbereich, Wertebereich, Nullstellen, Symmetrie, Verhalten für $x \rightarrow \pm\infty$ • Fortführung der Differentialrechnung: <i>Produktregel, Extremwertprobleme, Rekonstruktion von Funktionstermen („Steckbriefaufgaben“)</i>
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung Die Schüler:innen ...	
Konkretisierte Kompetenzerwartungen (A-2) nutzen Eigenschaften von <i>ganzrationalen Funktionen, Exponentialfunktionen, der Sinusfunktion, der Kosinusfunktion, der Potenzfunktionen \sqrt{x} und $\frac{1}{x}$</i> sowie der Transformationen dieser Funktionen zur Beantwortung von Fragestellungen, (A-5) bilden ohne Hilfsmittel die Ableitungen von <i>ganzrationale Funktionen, der natürlichen Exponentialfunktion, der Sinus- und der Kosinusfunktion sowie der Potenzfunktionen \sqrt{x} und $\frac{1}{x}$</i> und wenden die Produktregel an, (A-8) nutzen in einfachen Fällen zusammengesetzte Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung) zur Beschreibung quantifizierbarer Zusammenhänge,	

- (A-9)** beschreiben die Eigenschaften von Exponentialfunktionen der Form a^x und erläutern die Besonderheit der natürlichen Exponentialfunktion ($f' = f$),
- (A-10)** verwenden Exponentialfunktionen zur Beschreibung von begrenzten und unbegrenzten Wachstums- sowie Zerfallsvorgängen und beurteilen die Qualität der Modellierung,
- (A-20)** lösen innermathematische und anwendungsbezogenen Problemstellungen mithilfe von ganzrationalen Funktionen, der natürlichen Exponentialfunktion und daraus zusammengesetzten Funktionen.

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

- (Ope-1)** wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an,
- (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,
- (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-12)** verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (GeoGebra) zum ...
- Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen auch abhängig von Parametern,
 - zielgerichteten Variieren von Parametern von Funktionen,
 - Erstellen von Graphen und Wertetabellen von Funktionen,
 - Ermitteln eines Funktionsterms der Ableitung einer Funktion auch abhängig von Parametern,
 - Ermitteln bestimmter und unbestimmter Integrale auch abhängig von Parametern,
- (Ope-13)** entscheiden situationsangemessen über den Einsatzmathematischer Hilfsmittel und digitaler Mathematikwerkzeuge und wählen diese begründet aus,
- (Mod-3)** übersetzen zunehmend komplexe reale Situationen in mathematische Modelle,
- (Mod-4)** ordnen einem mathematischen Modell passende reale Situationen zu,
- (Mod-6)** beziehen erarbeitete Lösungen wieder auf reale Situationen und interpretieren diese als Antwort auf die Fragestellung,
- (Mod-7)** reflektieren die Abhängigkeit der Lösungen von den getroffenen Annahmen,
- (Mod-8)** benennen Grenzen aufgestellter mathematischer Modelle und vergleichen Modelle bzgl. der Angemessenheit,
- (Mod-9)** verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung,
- (Pro-1)** stellen Fragen zu zunehmend komplexeren Problemstellungen,
- (Pro-2)** analysieren und strukturieren Problemsituationen,

(Pro-6) wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge, Verfahren sowie Medien und Werkzeuge zur Problemlösung aus,
(Pro-10) überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen und interpretieren diese vor dem Hintergrund der Fragestellung,
(Pro-11) analysieren und reflektieren Ursachen von Fehlern,
(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-12) beurteilen Argumentationsketten hinsichtlich ihres Geltungsbereichs und ihrer Übertragbarkeit,
(Arg-13) überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können,
(Kom-3) erläutern mathematische Begriffe in innermathematischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen,
(Kom-4) erfassen und erläutern mathematische Darstellungen, auch wenn diese nicht vertraut sind.

Vorhabenbezogene Empfehlungen

- *Thema: „Ausbreitung von Epidemien“ – Analyse empirischer Daten und Modellbildung*

Qualifikationsphase Q2 (Grundkurs)	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte
UV 3 Abiturvorbereitung • Wiederholen, Vertiefen, Vernetzen	Alle Inhaltsfelder <ul style="list-style-type: none"> • Aufgaben ohne Hilfsmittel • Aufgaben mit Hilfsmitteln • Aufgaben im Stil einer Abiturklausur • Aufgaben zur mündlichen Prüfung
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung Die Schüler:innen ...	
Alle inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen <ul style="list-style-type: none"> • wiederholen zentrale Kompetenzerwartungen aller Inhaltsfelder, • festigen alle prozessbezogenen Kompetenzen zur Bearbeitung der Abituraufgaben. 	
Vorhabenbezogene Empfehlungen	
• <i>Methoden:</i> Prüfungssimulation	

Qualifikationsphase Q1 (Leistungskurs)	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte
UV 1 Analytische Geometrie <ul style="list-style-type: none"> • Orthogonalität – Skalarprodukt • Winkel zwischen Vektoren • Parameterdarstellung einer Ebene • Koordinatenform einer Ebene • Lagebeziehungen im Raum • Schnittwinkel mit Ebenen • Abstände zu Ebenen • Abstände zu Geraden ca. 21 U-Std.	Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G) <ul style="list-style-type: none"> • Vektoroperation: Skalarprodukt • Ebenen: Parameterform, Koordinatenform, Normalenform • Schnittwinkel: Geraden, Geraden und Ebenen, Ebenen • Schnittpunkte: Geraden und Ebenen • Lagebeziehungen und Abstände: Punkte, Geraden, Ebenen (alle Kombinationen) • Lineare Gleichungssysteme
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung <i>Die Schüler:innen ...</i>	
Konkretisierte Kompetenzerwartungen (G-1) stellen Ebenen, Parallelogramme und Dreiecke in Parameterform dar, (G-2) deuten das Skalarprodukt geometrisch (Orthogonalität, Betrag, Winkel zwischen Vektoren) und berechnen es, (G-3) stellen Ebenen in Normalenform sowie in Koordinatenform dar und nutzen diese zur Orientierung im Raum (G-4) untersuchen Lagebeziehungen von Ebenen sowie von Geraden und Ebenen, (G-5) berechnen Schnittpunkte von Geraden und Ebenen, (G-6) erläutern ein algorithmisches Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme,	

(G-7) wenden ein algorithmisches Lösungsverfahren ohne digitale Mathematikwerkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten an, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind,
(G-8) interpretieren die Lösungsmenge von linearen Gleichungssystemen,
(G-9) berechnen die Größe des Schnittwinkels zwischen zwei sich scheidenden Objekten,
(G-10) bestimmen Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen,
(G-11) führen Spiegelungen an Ebenen durch,
(G-12) untersuchen geometrische Objekte oder Situationen in innermathematischen und anwendungsbezogenen Problemstellungen und deuten die Ergebnisse.

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

(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-8) erstellen Skizzen geometrischer Situationen und wechseln zwischen Perspektiven,
(Ope-9) verwenden grundlegende Eigenschaften mathematischer Objekte zur Bearbeitung von Problemstellungen,
(Ope-12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (GeoGebra) zum ...

- Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen auch abhängig von Parametern,
- Darstellen von geometrischen Situationen im Raum,

(Pro-3) wählen zur Erfassung einer Situation heuristische Hilfsmittel aus (Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren),
(Pro-4) erkennen Muster und Beziehungen und generieren daraus Vermutungen,
(Pro-7) setzen Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein,
(Mod-2) treffen begründet Annahmen und nehmen Vereinfachungen realer Situationen vor,
(Mod-3) übersetzen zunehmend komplexe reale Situationen in mathematische Modelle,
(Mod-7) reflektieren die Anhängigkeit der Lösungen von den getroffenen Annahmen,
(Mod-8) benennen Grenzen aufgestellter mathematischer Modelle und vergleichen Modelle bzgl. der Angemessenheit,
(Kom-2) beschreiben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren
(Kom-7) wählen begründet geeignete digitale und analoge Medien und mathematische Darstellungsformen (graphisch-visuell, algebraisch-formal, numerisch-tabellarisch, verbal-sprachlich) aus.

Vorhabenbezogene Empfehlungen

- *Thema:* „Licht und Schatten“ – Schattenpunkte bei verschiedenen Projektionsarten (Parallel- und Zentralprojektion) experimentell erkunden und berechnen.
- *Thema:* Vektorprodukt

Qualifikationsphase Q1 (Leistungskurs)	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte
UV 2 Modellieren mit Funktionen <ul style="list-style-type: none"> • Extremwertprobleme • Lineare Gleichungssysteme • Funktionsterme bestimmen • Funktionenscharen • Umkehrfunktionen • Ableitung der Sinus- und der Kosinusfunktion • Kettenregel und Produktregel • Allgemeine Sinusfunktion • Ableitung von Potenzfunktionen ca. 21 U-Std.	Funktionen und Analysis (G) <ul style="list-style-type: none"> • Funktionen: ganzrationale Funktionen, Exponentialfunktionen, Sinusfunktion der Form $f(x) = a \cdot \sin(b \cdot x + c) + d$ sowie entsprechende Kosinusfunktionen • Eigenschaften von Funktionen: Verlauf des Graphen, Definitionsbereich, Wertebereich, Nullstellen, Symmetrie, Verhalten für $x \rightarrow \pm\infty$ • Fortführung der Differentialrechnung: Produktregel, Kettenregel, Funktionsscharen, Extremwertprobleme, Rekonstruktion von Funktionstermen („Steckbriefaufgaben“)
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung Die Schüler:innen ...	

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

- (A-1)** lösen biquadratische Gleichungen auch ohne Hilfsmittel,
- (A-2)** führen Extremwertprobleme durch Kombination mit Nebenbedingungen auf Funktionen einer Variablen zurück und lösen diese,
- (A-3)** nutzen 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,
- (A-4)** bestimmen Parameter einer Funktion mithilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben,
- (A-5)** interpretieren Parameter von Funktionen im Kontext der Fragestellung und untersuchen ihren Einfluss auf Eigenschaften von Funktionsscharen,
- (A-6)** bilden ohne Hilfsmittel die Ableitungen von ganzrationalen Funktionen, Exponentialfunktionen, Sinus- und der Kosinusfunktionen, der natürlichen Logarithmusfunktion sowie von Potenzfunktionen mit rationalem Exponenten und wenden die Produkt- und Kettenregel an,
- (A-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,
- (A-8)** deuten die Ableitung mithilfe der Approximation durch lineare Funktionen,
- (A-9)** nutzen zusammengesetzte Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung) zur Beschreibung quantifizierbarer Zusammenhänge,
- (A-23)** lösen innermathematische und anwendungsbezogenen Problemstellungen mithilfe von vorgegebenen und mit MMS ermittelten Ableitungen und ganzrationalen Funktionen, der natürlichen Exponentialfunktion und daraus zusammengesetzten Funktionen sowie mithilfe von Sinus- und Kosinusfunktionen.

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

(Ope-3) führen geeignete Rechenoperationen auf der Grundlage eines inhaltlichen Verständnisses durch,

(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-12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematisches System (GeoGebra) zum ...

- Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen auch abhängig von Parametern,
- zielgerichteten Variieren von Parametern von Funktionen,
- Erstellen von Graphen und Wertetabellen
- Ermitteln eines Funktionsterms der Ableitung einer Funktion auch abhängig von Parametern,

(Mod-3) übersetzen zunehmend komplexe reale Situationen in mathematische Modelle,

(Mod-5) erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten Lösungen innerhalb eines mathematischen Modells,

(Mod-6) beziehen erarbeitete Lösungen wieder auf reale Situationen und interpretieren diese als Antwort auf die Fragestellung,
(Mod-7) reflektieren die Abhängigkeit der Lösungen von den getroffenen Annahmen,
(Mod-9) verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung,
(Pro-1) stellen Fragen zu zunehmend komplexeren Problemstellungen,
(Pro-2) analysieren und strukturieren Problemsituationen,
(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),
(Pro-8) berücksichtigen einschränkende Bedingungen,
(Pro-9) entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege, planen Vorgehensweisen zur Lösung eines Problems und führe Lösungspläne zielgerichtet aus,
(Arg-6) entwickeln tragfähige Argumentationsketten durch die Verknüpfung von einzelnen Argumenten,
(Arg-7) nutzen verschiedene Argumentationsstrategie (Gegenbeispiel, direktes Schlussfolgern, Widerspruch),
(Arg-10) beurteilen, ob vorliegende Argumentationsketten vollständig und fehlerfrei sind,
(Arg-11) ergänzen lückenhafte und korrigieren fehlerhafte Argumentationsketten,
(Kom-1) erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus zunehmend komplexen mathematikhaltigen analogen und digitalen Quellen sowie aus mathematischen Fachtexten und Unterrichtsbeiträgen,
(Kom-9) dokumentieren und präsentieren Arbeitsschritte, Lösungswege und Argumentationen vollständig und kohärent.

Vorhabenbezogene Empfehlungen

- *Methoden:* „Modelle variieren“ – Verpackungslösungen mit möglichst niedrigem Materialbedarf bei einem vorgegebenen Volumen modellieren.
- *Methoden:* Interpolation und Regression

Qualifikationsphase Q1 (Leistungskurs)	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte
UV 3 Integralrechnung <ul style="list-style-type: none"> • Von der Änderung zum Bestand • Integral als Grenzwert • Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung • Integralfunktion • Fläche zwischen Graph und x-Achse • Fläche zwischen zwei Graphen • Uneigentliche Integrale • Volumina von Rotationskörpern ca. 21 U-Std.	Funktionen und Analysis (G) <ul style="list-style-type: none"> • Funktionen: ganzrationale Funktionen, Exponentialfunktionen, Sinusfunktion der Form $f(x) = a \cdot \sin(b \cdot x + c) + d$ sowie entsprechende Kosinusfunktionen • Eigenschaften von Funktionen: Verlauf des Graphen, Definitionsbereich, Wertebereich, Nullstellen, Symmetrie, Verhalten für $x \rightarrow \pm\infty$ • Fortführung der Differentialrechnung: Produktregel, Kettenregel, Funktionsscharen, Extremwertprobleme, Rekonstruktion von Funktionstermen („Steckbriefaufgaben“) • Integralrechnung: Produktsumme, orientierte Fläche, Bestandsfunktion, Integralfunktion, Stammfunktion, bestimmtes Integral, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung Die Schüler:innen ...	
Konkretisierte Kompetenzerwartungen (A-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, (A-13) erläutern den Zusammenhang zwischen dem Graphen einer Funktion und dem Graphen seiner Umkehrfunktion, (A-14) interpretieren Produktsummen im Sachkontext als Rekonstruktion des Gesamtbestandes oder Gesamteffekts einer Größe, (A-15) deuten die Inhalte von orientierten Flächen im Kontext der Fragestellung,	

- (A-16)** skizzieren zum Graphen einer gegebenen Randfunktion den Graphen der zugehörigen Flächeninhaltsfunktion,
(A-17) erläutern und vollziehen an geeigneten Beispielen den Übergang von der Produktsumme zum Integral auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs,
(A-18) begründen den Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung unter Verwendung eines anschaulichen Stetigkeitsbegriffs und wenden den Hauptsatz an,
(A-19) bestimmen ohne Hilfsmittel Stammfunktionen ganzrationaler Funktionen, nutzen vorgegebene Stammfunktionen und verwenden die natürliche Logarithmusfunktion als Stammfunktion der Funktion $x \mapsto \frac{1}{x}$
(A-20) nutzen die Intervalladditivität und Linearität von Integralen,
(A-21) ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate oder der Randfunktion,
(A-22) ermitteln Flächeninhalte mithilfe von bestimmten Integralen und uneigentlichen Integralen sowie Volumina von Körpern, die durch die Rotation um die Abszisse entstehen.
(A-23) lösen innermathematische und anwendungsbezogenen Problemstellungen mithilfe von vorgegebenen und mit MMS ermittelten Ableitungen und ganzrationalen Funktionen, der natürlichen Exponentialfunktion und daraus zusammengesetzten Funktionen sowie mithilfe von Sinus- und Kosiunusfunktionen.

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

- (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,
(Ope-7) nutzen schematisierte und strategiegeleitete Verfahren und wählen diese situationsgerecht aus,
(Ope-12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (GeoGebra) zum ...
- Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen auch abhängig von Parametern,
 - zielgerichteten Variieren von Parametern von Funktionen,
 - Erstellen von Graphen und Wertetabellen von Funktionen,
 - Ermitteln bestimmter und unbestimmter Integrale auch abhängig von Parametern,
- (Ope-14)** reflektieren die Möglichkeiten und Grenzen digitaler Mathematikwerkzeuge,
(Mod-3) übersetzen zunehmend komplexe reale Situationen in mathematische Modelle,
(Mod-7) reflektieren die Abhängigkeit der Lösungen von den getroffenen Annahmen,

(Pro-5) nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (Analogiebetrachtungen, Schätzen und Überschlagen, systematisches Probieren oder Ausschließen, Darstellungswchsel, Zerlegen und Ergänzen, Symmetrien verwenden, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Fallunterscheidungen, Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten, Spezialisieren und Verallgemeinern),
(Pro-6) wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge, Verfahren sowie Medien und Werkzeuge zur Problemlösung aus,
(Pro-7) setzen Routineverfahren auch hilfsmittelfrei ein,
(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,
(Arg-2) unterstützen Vermutungen durch geeignete Beispiele,
(Arg-3) präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur,
(Kom-6) verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang
(Kom-13) vergleichen und beurteilen ausgearbeitete Lösungen unter mathematischen Gesichtspunkten hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität.

Vorhabenbezogene Empfehlungen

- *Methoden:* „Mittelwert über einem Intervall“ – anwendungsbezogene Erkundung mit Herleitung des Mittelwertsatzes
- *Thema:* Bogenmaß

Qualifikationsphase Q1 (Leistungskurs)	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte
UV 4	Stochastik (S)
Daten und Zufall <ul style="list-style-type: none"> • Mittelwert und Standardabweichung • Daten klassieren • Mehrstufige Zufallsexperimente 	<ul style="list-style-type: none"> • Mehrstufige Zufallsexperimente: Urnenmodelle, Baumdiagramme, Vierfeldertafeln, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Pfadregeln • Kenngrößen: Erwartungswert, Varianz, Standardabweichung • Diskrete Zufallsgrößen: Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Kenngrößen

<ul style="list-style-type: none"> • Zählstrategien • Bedingte Wahrscheinlichkeit und stochastische Unabhängigkeit • Vierfeldertafeln • Erwartungswert einer Zufallsgröße • Standardabweichung einer Zufallsgröße <p>ca. 21 U-Std.</p>	
<p><i>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung</i></p> <p><i>Die Schüler:innen ...</i></p> <p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</p> <p>(S-1) planen und beurteilen statistische Erhebungen und nutzen dabei auch digitale Mathematikwerkzeuge,</p> <p>(S-2) untersuchen und beurteilen Stichproben mithilfe von Lage- und Streumaßen und verwenden das Summenzeichen,</p> <p>(S-3) verwenden Simulationen zur Untersuchung stochastischer Situationen und nutzen dabei auch digitale Mathematikwerkzeuge,</p> <p>(S-4) verwenden Urnenmodelle (Ziehen mit und ohne Zurücklegen) zur Beschreibung von Zufallsprozessen und zur Berechnung von Wahrscheinlichkeiten,</p> <p>(S-5) bestimmen das Gegenereignis \bar{A}, verknüpfen Ereignisse durch die Operatoren $A \setminus B, A \cap B, A \cup B$ und bestimmen die zugehörigen Wahrscheinlichkeiten,</p> <p>(S-6) erklären die kombinatorische Bedeutung des Binomialkoeffizienten und berechnen diesen in einfachen Fällen auch ohne Hilfsmittel,</p> <p>(S-7) beschreiben mehrstufige Zufallsexperimente mithilfe von Baumdiagrammen und Vierfeldertafeln und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten,</p> <p>(S-8) prüfen Teilvorgänge mehrstufiger Zufallsexperimente mithilfe von Vierfeldertafeln und Baumdiagrammen auf stochastische Unabhängigkeit,</p> <p>(S-9) lösen Problemstellungen im Kontext bedingter Wahrscheinlichkeiten,</p>	

(S-10) erläutern des Begriff der Zufallsgröße an geeigneten Beispielen und bestimmen Wahrscheinlichkeitsverteilungen diskreter Zufallsgrößen,
(S-11) bestimmen und deuten den Erwartungswert, die Varianz und die Standardabweichung von diskreten Zufallsgrößen.

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

(Ope-1) wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an,
(Ope-2) übersetzen symbolische und formale Sprache in natürliche Sprache und umgekehrt,
(Ope-5) führen Darstellungswechsel sicher aus,
(Ope-6) führen verschiedene Lösungs- und Kontrollverfahren durch, vergleichen und bewerten diese,
(Ope-10) recherchieren Informationen und Daten aus Medienangeboten (Printmedien, Internet und Formelsammlungen) und reflektieren diese kritisch,
(Ope-11) nutzen Mathematikwerkzeuge zum Darstellen, Berechnen, Kontrollieren und Präsentieren sowie zum Erkunden,
(Ope-12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (GeoGebra) zum ...

- Ermitteln der Kennzahlen statistischer Daten und von Wahrscheinlichkeitsverteilungen,

(Pro-6) wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge, Verfahren sowie Medien und Werkzeuge zur Problemlösung aus,
(Pro-10) überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen und interpretieren diese vor dem Hintergrund der Fragestellung,
(Arg-1) stellen Fragen, die für die Mathematik charakteristisch sind und stellen begründete Vermutungen über die Existenz und Art von Zusammenhängen auf,
(Arg-12) beurteilen Argumentationsketten hinsichtlich ihres Geltungsbereichs und ihrer Übertragbarkeit,
(Arg-13) überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können,
(Kom-4) erfassen und erläutern mathematische Darstellungen, auch wenn diese nicht vertraut sind,
(Kom-11) greifen Beiträge aus und entwickeln sie weiter,
(Kom-12) nehmen zu mathematikhaltigen, auch fehlerbehafteten, Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung,
(Kom-15) führen Diskussionsbeiträge zu einem Fazit zusammen.

Vorhabenbezogene Empfehlungen

- *Methoden:* „Boxplots“ – Darstellungsweisen der deskriptiven Statistik erkunden und begründet anwenden.
- *Methoden:* Pascal'sches Dreieck
- *Thema:* Aussagekraft medizinischer Testergebnisse

Qualifikationsphase Q2 (Leistungskurs)	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte
UV 1 Wachstum beschreiben <ul style="list-style-type: none"> • Exponentielles Wachstum • Die e-Funktion • Exponentialfunktionen ableiten • Wachstum mit der e-Funktionen beschreiben • Begrenztes Wachstum • Produkte mit e-Funktionen • e- Funktionen in Anwendungen • Die natürliche Logarithmusfunktion ca. 20 U-Std.	Funktionen und Analysis (G) <ul style="list-style-type: none"> • Funktionen: <i>ganzrationale Funktionen, Exponentialfunktionen</i> • Eigenschaften von Funktionen: Verlauf des Graphen, Definitionsbereich, Wertebereich, Nullstellen, Symmetrie, Verhalten für $x \rightarrow \pm\infty$ • Fortführung der Differentialrechnung: Produktregel, Kettenregel, Funktionsscharen, <i>Extremwertprobleme, Rekonstruktion von Funktionstermen („Steckbriefaufgaben“)</i>
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung Die Schüler:innen ...	
Konkretisierte Kompetenzerwartungen (A-3) nutzen 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, (A-6) bilden ohne Hilfsmittel die Ableitungen von ganzrationale Funktionen, Exponentialfunktionen, Sinus- und der Kosinusfunktionen, der natürlichen Logarithmusfunktion sowie von Potenzfunktionen mit rationalem Exponenten und wenden die Produkt- und Kettenregel an,	

(A-10) beschreiben die Eigenschaften von Exponentialfunktionen der Form a^x und erläutern die Besonderheit der natürlichen Exponentialfunktion ($f' = f$),

(A-11) verwenden Exponentialfunktionen zur Beschreibung von begrenzten und unbegrenzten Wachstums- sowie Zerfallsvorgängen und beurteilen die Qualität der Modellierung,

(A-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,

(A-20) lösen innermathematische und anwendungsbezogenen Problemstellungen mithilfe von ganzrationalen Funktionen, der natürlichen Exponentialfunktion und daraus zusammengesetzten Funktionen.

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

(Ope-1) wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an,

(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,

(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-12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (GeoGebra) zum ...

- Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen auch abhängig von Parametern,
- zielgerichteten Variieren von Parametern von Funktionen,
- Erstellen von Graphen und Wertetabellen von Funktionen,
- Ermitteln eines Funktionsterms der Ableitung einer Funktion auch abhängig von Parametern,
- Ermitteln bestimmter und unbestimmter Integrale auch abhängig von Parametern,

(Ope-13) entscheiden situationsangemessen über den Einsatzmathematischer Hilfsmittel und digitaler Mathematikwerkzeuge und wählen diese begründet aus,

(Mod-3) übersetzen zunehmend komplexe reale Situationen in mathematische Modelle,

(Mod-4) ordnen einem mathematischen Modell passende reale Situationen zu,

(Mod-6) beziehen erarbeitete Lösungen wieder auf reale Situationen und interpretieren diese als Antwort auf die Fragestellung,

(Mod-7) reflektieren die Abhängigkeit der Lösungen von den getroffenen Annahmen,

(Mod-8) benennen Grenzen aufgestellter mathematischer Modelle und vergleichen Modelle bzgl. der Angemessenheit,

(Mod-9) verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung,

(Pro-1) stellen Fragen zu zunehmend komplexeren Problemstellungen,
(Pro-2) analysieren und strukturieren Problemsituationen,
(Pro-6) wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge, Verfahren sowie Medien und Werkzeuge zur Problemlösung aus,
(Pro-10) überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen und interpretieren diese vor dem Hintergrund der Fragestellung,
(Pro-11) analysieren und reflektieren Ursachen von Fehlern,
(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-12) beurteilen Argumentationsketten hinsichtlich ihres Geltungsbereichs und ihrer Übertragbarkeit,
(Arg-13) überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können,
(Kom-3) erläutern mathematische Begriffe in innermathematischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen,
(Kom-4) erfassen und erläutern mathematische Darstellungen, auch wenn diese nicht vertraut sind.

Vorhabenbezogene Empfehlungen

- *Thema: „Ausbreitung von Epidemien“ – Analyse empirischer Daten und Modellbildung*

Qualifikationsphase Q2 (Leistungskurs)	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte
UV 2	Stochastik (S) <ul style="list-style-type: none"> • Mehrstufige Zufallsexperimente: Urnenmodelle, Baumdiagramme, Vierfeldertafeln, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Pfadregeln

<p>Binomialverteilte Zufallsgrößen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Binomialverteilung • Kumulierte Binomialverteilung • Mindestzahl an Versuchen • Erwartungswert und Standardabweichung einer Binomialverteilung • Simulation <p>ca. 20 U-Std.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kenngrößen: Erwartungswert, Varianz, Standardabweichung • Diskrete Zufallsgrößen: Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Kenngrößen • Binomialverteilung: Kenngrößen, Histogramme, σ-Regeln
<p>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung</p> <p><i>Die Schüler:innen ...</i></p> <p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</p> <p>(S-1) planen und beurteilen statistische Erhebungen und nutzen dabei auch digitale Mathematikwerkzeuge, (S-2) untersuchen und beurteilen Stichproben mithilfe von Lage- und Streumaßen und verwenden das Summenzeichen, (S-3) verwenden Simulationen zur Untersuchung stochastischer Situationen und nutzen dabei auch digitale Mathematikwerkzeuge, (S-12) begründen, dass bestimmte Zufallsexperimente durch binomialverteilte Zufallsgrößen beschrieben werden können, (S-13) erklären die Binomialverteilung und beschreiben den Einfluss der Parameter n und p auf die Binomialverteilung, ihre Kenngrößen und die graphische Darstellung, (S-14) nutzen die Binomialverteilung und ihre Kenngrößen zur Beschreibung von Zufallsexperimenten und zur Lösung von Problemstellungen, (S-15) interpretieren die bei einer Stichprobe erhobene relative Häufigkeit als Schätzung einer zugrundeliegenden unbekannten Wahrscheinlichkeit.</p> <p>Prozessbezogene Kompetenzerwartungen</p> <p>(Ope-1) wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an, (Ope-2) übersetzen symbolische und formale Sprache in natürliche Sprache und umgekehrt, (Ope-3) führen geeignete Rechenoperationen auf der Grundlage eines inhaltlichen Verständnisses aus,</p>	

(Ope-10) recherchieren Informationen und Daten aus Medienangeboten (Printmedien, Internet und Formelsammlungen) und reflektieren diese kritisch,

(Ope-11) nutzen Mathematikwerkzeuge zum Darstellen, Berechnen, Kontrollieren und Präsentieren sowie zum Erkunden,

(Ope-12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (GeoGebra) zum ...

- Ermitteln der Kennzahlen statistischer Daten und von Wahrscheinlichkeitsverteilungen,
- Variieren der Parameter von Wahrscheinlichkeitsverteilungen,
- Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei binomialverteilten und im Leistungskurs auch normalverteilten Zufallsgrößen,
- Berechnen der Grenzen von Konfidenzintervallen im Leistungskurs,

(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-14) variieren und verallgemeinern Fragestellungen vor dem Hintergrund einer Lösung,

(Arg-1) stellen Fragen, die für die Mathematik charakteristisch sind und stellen begründete Vermutungen über die Existenz und Art von Zusammenhängen auf,

(Arg-12) beurteilen Argumentationsketten hinsichtlich ihres Geltungsbereichs und ihrer Übertragbarkeit,

(Arg-13) überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können,

(Kom-4) erfassen und erläutern mathematische Darstellungen, auch wenn diese nicht vertraut sind,

(Kom-10) konzipieren, erstellen und präsentieren analoge und digitale Lernprodukte,

(Kom-12) nehmen zu mathematikhaltigen, auch fehlerbehafteten, Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung,

(Kom-14) vergleichen und beurteilen mathematikhaltige Informationen und Darstellungen in Alltagsmedien unter mathematischen Gesichtspunkten,

(Kom-15) führen Diskussionsbeiträge zu einem Fazit zusammen.

Vorhabenbezogene Empfehlungen

- *Thema: Auslastungsmodell*

Qualifikationsphase Q2 (Leistungskurs)	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld <i>Inhaltliche Schwerpunkte</i>
UV 3 Beurteilende Statistik <ul style="list-style-type: none"> • Sigma-Regeln – Prognoseintervalle • Konfidenzintervalle • Erforderlicher Stichprobenumfang • Stetige Zufallsgrößen • Normalverteilung ca. 18 U-Std.	Stochastik (S) <ul style="list-style-type: none"> • Mehrstufige Zufallsexperimente: Urnenmodelle, Baumdiagramme, Vierfeldertafeln, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Pfadregeln • Kenngrößen: Erwartungswert, Varianz, Standardabweichung • Diskrete Zufallsgrößen: Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Kenngrößen • Binomialverteilung: Kenngrößen, Histogramme, σ-Regeln
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung <i>Die Schüler:innen ...</i>	
Konkretisierte Kompetenzerwartungen (S-1) planen und beurteilen statistische Erhebungen und nutzen dabei auch digitale Mathematikwerkzeuge, (S-2) untersuchen und beurteilen Stichproben mithilfe von Lage- und Streumaßen und verwenden das Summenzeichen, (S-3) verwenden Simulationen zur Untersuchung stochastischer Situationen und nutzen dabei auch digitale Mathematikwerkzeuge, (S-16) ermitteln mithilfe der σ -Regeln Prognoseintervalle für die absoluten und relativen Häufigkeiten in einer Stichprobe und interpretieren diese im Sachkontext, (S-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), (S-18) schätzen den für ein Konfidenzintervall vorgegebener Länge erforderlichen Stichprobenumfang ab, (S-19) unterscheiden diskrete und stetige Zufallsgrößen und deuten die Verteilungsfunktion als Integralfunktion, (S-20) untersuchen stochastische Situationen, die zu annähernd normalverteilten Zufallsgrößen führen,	

(S-21) beschreiben den Einfluss der Parameter μ und σ auf die Normalverteilung und die graphische Darstellung ihrer Dichtefunktion („Gauß’sche Glockenkurve“).

Prozessbezogene Kompetenzerwartungen

(Ope-1) wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an,

(Ope-2) übersetzen symbolische und formale Sprache in natürliche Sprache und umgekehrt,

(Ope-3) führen geeignete Rechenoperationen auf der Grundlage eines inhaltlichen Verständnisses aus,

(Ope-10) recherchieren Informationen und Daten aus Medienangeboten (Printmedien, Internet und Formelsammlungen) und reflektieren diese kritisch,

(Ope-11) nutzen Mathematikwerkzeuge zum Darstellen, Berechnen, Kontrollieren und Präsentieren sowie zum Erkunden,

(Ope-12) verwenden im Unterricht ein modulares Mathematiksystem (GeoGebra) zum ...

- Ermitteln der Kennzahlen statistischer Daten und von Wahrscheinlichkeitsverteilungen,
- Variieren der Parameter von Wahrscheinlichkeitsverteilungen,
- Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei binomialverteilten und im Leistungskurs auch normalverteilten Zufallsgrößen,
- Berechnen der Grenzen von Konfidenzintervallen im Leistungskurs,

(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-14) variieren und verallgemeinern Fragestellungen vor dem Hintergrund einer Lösung,

(Arg-1) stellen Fragen, die für die Mathematik charakteristisch sind und stellen begründete Vermutungen über die Existenz und Art von Zusammenhängen auf,

(Arg-12) beurteilen Argumentationsketten hinsichtlich ihres Geltungsbereichs und ihrer Übertragbarkeit,

(Arg-13) überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können,

(Kom-4) erfassen und erläutern mathematische Darstellungen, auch wenn diese nicht vertraut sind,

(Kom-10) konzipieren, erstellen und präsentieren analoge und digitale Lernprodukte,

(Kom-12) nehmen zu mathematikhaltigen, auch fehlerbehafteten, Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung,

(Kom-14) vergleichen und beurteilen mathematikhaltige Informationen und Darstellungen in Alltagsmedien unter mathematischen Gesichtspunkten,

(Kom-15) führen Diskussionsbeiträge zu einem Fazit zusammen.

Vorhabenbezogene Empfehlungen
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Methode:</i> Modellierung von Wartezeiten • <i>Methode:</i> Sigma-Regeln herleiten

Qualifikationsphase Q2 (Leistungskurs)	
Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte
UV 4 Abiturvorbereitung • Wiederholen, Vertiefen, Vernetzen	Alle Inhaltsfelder <ul style="list-style-type: none"> • Aufgaben ohne Hilfsmittel • Aufgaben mit Hilfsmitteln • Aufgaben im Stil einer Abiturklausur
Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung <i>Die Schüler:innen ...</i>	
Alle inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen <ul style="list-style-type: none"> • wiederholen zentrale Kompetenzerwartungen aller Inhaltsfelder, • festigen alle prozessbezogenen Kompetenzen zur Bearbeitung der Abituraufgaben. 	
Vorhabenbezogene Empfehlungen	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Methoden:</i> Prüfungssimulation 	