Lessing-Gymnasium Köln

Schulinterner Lehrplan
zum Kernlehrplan
für die Sekundarstufe II des Gymnasiums

Mathematik

Stand: 1. Mai 2020

Inhaltsverzeichnis

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das Lessing-Gymnasium in Köln hat inzwischen ein weites Einzugsgebiet, das die Stadtteile und Gemeinden Zündorf, Eil, Ensen, Finkenberg, Gremberghoven, Grengel, Langel, Libur, Lind, Niederkassel, Urbach, Porz, Wahn und Westhoven umfasst. Das Lessing-Gymnasium ist dem Standorttyp 3 zugeordnet. Die Schule wird in der Sekundarstufe I vier- oder fünfzügig und als Halbtagsgymnasium geführt.
Das Lessing-Gymnasium bietet einen NW-Zweig und einen bilingualen Zweig (Englisch) an. Es besteht die Möglichkeit, die IB-Prüfung (International Baccalaureate) abzulegen.

Die Fachgruppe Mathematik umfasst derzeit 17 Lehrkräfte. Von den Lehrkräften besitzen 15 die Facultas für die Sekundarstufe I und 14 Lehrkräfte zusätzlich die Facultas für die Sekundarstufe II. Alle Kolleginnen und Kollegen aus der Sekundarstufe II unterrichten ebenfalls in der Sekundarstufe I.

In die Einführungsphase der Sekundarstufe II gehen durchschnittlich 115 Schülerinnen und Schüler (bzw. 130 Schülerinnen und Schüler bei Fünfzügigkeit) über, dazu wurden in den letzten Jahren regelmäßig 10 bis 20 Schülerinnen und Schüler überwiegend aus drei benachbarten Realschulen neu aufgenommen.

In der Regel werden in der Einführungsphase fünf bis sechs parallele Grundkurse eingerichtet, aus denen sich für die Q-Phase zwei oder drei Leistungs- und drei bis vier Grundkurse entwickeln.

Der Unterricht findet im 45-Minuten-Takt statt, die Kursblockung sieht grundsätzlich für Grundkurse eine, für Leistungskurse zwei Doppelstunden vor.

Den im Schulprogramm ausgewiesenen Zielen, Schülerinnen und Schüler ihren Begabungen und Neigungen entsprechend individuell zu fördern und ihnen Orientierung für ihren weiteren Lebensweg zu bieten, fühlt sich die Fachgruppe Mathematik in besonderer Weise verpflichtet:

In Ergänzungsstunden in den Jahrgangsstufen 8 und 9 werden insbesondere auch Schülerinnen und Schüler mit Lernschwierigkeiten intensiv unterstützt und auf die Anforderungen des Faches Mathematik in der gymnasialen Oberstufe vorbereitet.

Für den Fachunterricht aller Stufen besteht Konsens darüber, dass, wo immer möglich, mathematische Fachinhalte mit Lebensweltbezug vermittelt werden. Für die Sekundarstufe I gibt es dazu Projekte mit anderen Fachgruppen, wie z. B. Geografie, Biologie und Sport. Besonders eng ist die Zusammenarbeit mit der Fachgruppe Physik, was deshalb leichtfällt, da der Anteil der Mathematiklehrer unter den Physiklehrern hoch ist.

In der Sekundarstufe II kann verlässlich darauf aufgebaut werden, dass die Verwendung von Kontexten im Mathematikunterricht bekannt ist.

In der Sekundarstufe I wird ein wissenschaftlicher Taschenrechner ab Klasse 7 verwendet. Im Rahmen des Medienkonzepts der Schule werden dynamische Geometrie-Software und Tabellenkalkulation an geeigneten Stellen im Unterricht genutzt und der Umgang mit ihnen eingeübt. Dazu steht in der Schule ein Computerraum zur Verfügung. In der Sekundarstufe II kann deshalb davon ausgegangen werden, dass die Schülerinnen und Schüler mit den grundlegenden Möglichkeiten dieser digitalen Werkzeuge vertraut sind.

Der grafikfähige Taschenrechner (aktuelles Modell: „Casio CG-50“) wird zu Beginn der Einführungsphase eingeführt.

Verantwortliche der Fachschaft

Vorsitzende:
Marcel Eschweiler und Jörg Mäß (Stv.)

Pflege der Lehr- und Lernmaterialien:
Jörg Mäß (GTR und Formelsammlung),
Marcel Eschweiler (digitale Medien)
Gustav Muthmann und Ottavio Saviano (Bücher, zentral)

2 Entscheidungen zum Unterricht

Die nachfolgend dargestellte Umsetzung der verbindlichen Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans findet auf zwei Ebenen statt. Das **Übersichtsraster** gibt den Lehrkräften einen raschen Überblick über die laut Fachkonferenz verbindlichen Unterrichtsvorhaben pro Schuljahr. In dem Raster sind, außer dem Thema des jeweiligen Vorhabens, das schwerpunktmäßig damit verknüpfte Inhaltsfeld bzw. die Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte des Vorhabens sowie Schwerpunktkompetenzen ausgewiesen. Die **Konkretisierung von Unterrichtsvorhaben** führt weitere Kompetenzerwartungen auf und verdeutlicht vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen, z. B. zur Festlegung auf einen Aufgabentyp bei der Lernerfolgsüberprüfung durch eine Klausur.

2.1 Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen abzudecken. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, Schülerinnen und Schülern Lerngelegenheiten zu ermöglichen, so dass alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans von ihnen erfüllt werden können.

Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene.

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1) wird die Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Sie ist laut Beschluss der Fachkonferenz verbindlich für die Unterrichtsvorhaben I, II und III der Einführungsphase und für die Unterrichtsphasen der Qualifikationsphase. Die zeitliche Abfolge der Unterrichtsvorhaben IV bis VIII der Einführungsphase ist jeweils auf die Vorgaben zur Zentralen Klausur abzustimmen.

Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Kompetenzen“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene konkretisierter Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, individuelle Förderung, besondere Schülerinteressen oder aktuelle Themen zu erhalten, wurden im Rahmen des schulinternen Lehrplans ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant.

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Kurswechslern und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die Ausweisung „konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.2) empfehlenden Charakter. Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen diese vor allem zur standardbezogenen Orientierung, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen. Begründete Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden. Dies ist durch entsprechende Kommunikation innerhalb der Fachkonferenz zu gewährleisten.

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase

<table>
<tr><th colspan="2">Einführungsphase</th></tr>
<tr><td>

<u>1) Unterrichtsvorhaben</u>

Thema:
Beschreibung der Eigenschaften von Funktionen und deren Nutzung im Kontext (E-A1)

Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:
• Modellieren
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Grundlegende Eigenschaften von Potenz-, Exponential- und Sinusfunktionen
•
Zeitbedarf: 25 Stunden

</td><td>

<u>2) Unterrichtsvorhaben</u>

Thema:
Anknüpfen an Vorwissen aus der SI - Modellierung von mehrstufigen Zufallsexperimenten (E-S1)

Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:
• Modellieren
• Problemlösen

Inhaltsfeld: Stochastik (S)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Mehrstufige Zufallsexperimente

Zeitbedarf: 5 Stunden

</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>

3<u>) Unterrichtsvorhaben</u>

Thema:
Testergebnisse richtig interpretieren – Umgang mit bedingten Wahrscheinlichkeiten (E-S2)

Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:
• Modellieren
• Kommunizieren

Inhaltsfeld: Stochastik (S)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Bedingte Wahrscheinlichkeiten

Zeitbedarf: 15 Stunden

</td><td>

<u>4) Unterrichtsvorhaben</u>

Thema:
Grundvorstellungen entwickeln - Von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate (E-A2)

Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:
• Argumentieren
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Grundverständnis des Ableitungsbegriffs

Zeitbedarf: 15 Stunden

</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>

<u>5) Unterrichtsvorhaben</u>

Thema:
Ableitungsfunktionen verstehen und herleiten (E-A3)

Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:
• Problemlösen
• Argumentieren
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
Differentialrechnung ganzrationaler Funktionen

Zeitbedarf: 15 Stunden

</td><td>

<u>6) Unterrichtsvorhaben</u>

Thema:
Entwicklung und Anwendung von Kriterien und Verfahren zur Untersuchung von Funktionen (E-A4)

Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:
• Problemlösen
• Argumentieren

Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Differentialrechnung ganzrationaler Funktionen

Zeitbedarf: 20 Stunden

</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>

<u>7) Unterrichtsvorhaben</u>

Thema:
Koordinatisierung des Raumes (E-G1)

Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:
• Modellieren
• Kommunizieren

Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Darstellung von Objekten in dreidimensionalen Koordinatensystemen

Zeitbedarf: 5 Stunden

</td><td>

<u>8) Unterrichtsvorhaben</u>

Thema:
Rechnen mit Vektoren und Nachweis besonderer Eigenschaften (E-G2)

Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:
• Problemlösen

Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Vektoren und Vektoroperationen

Zeitbedarf: 10 Stunden

</td></tr>
<tr><td colspan="2" align="center"><u>Summe Einführungsphase: 120 Stunden (10 Stunden Reserve Wh. ZKE)</u></td></tr>
</table>

2.1.2 Kompetenzentwicklung in den Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase

1) Unterrichtsvorhaben: Beschreibung der Eigenschaften von Funktionen und deren Nutzung im Kontext (E-A1)		
Inhaltsbezogene Kompetenzen	**Prozessbezogene Kompetenzen**	**Vorhabenbezogene Absprachen**
Die Schülerinnen und Schüler • beschreiben die Eigenschaften von Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten und ganzrationaler Funktionen sowie quadratischen und kubischen Wurzelfunktionen • beschreiben Wachstumsprozesse mithilfe linearer Funktionen und Exponentialfunktionen • wenden einfache Transformationen (Streckung, Verschiebung, Spiegelung) auf ganzrationale Funktionen an und deuten die zugehörigen Parameter	***Modellieren*** *Die Schülerinnen und Schüler* • erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung *(Strukturieren)* • übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle *(Mathematisieren)* ***Werkzeuge nutzen*** *Die Schülerinnen und Schüler* • nutzen Tabellenkalkulation, Funktionsplotter und grafikfähige Taschenrechner • verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum …Darstellen von Funktionen grafisch und als Wertetabelle … zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen	**Ganzrationale Funktionen:** Der Funktionsbegriff aus der Mittelstufe soll wiederholt werden. Dazu bietet sich etwa der Zusammenhang zwischen Graph und Funktionsgleichung an. (z.B. Lambacher Schweizer, Erkundung S. 6). Als vertiefende Beispiele können lineare und quadratische Gleichungen dienen. Ein Bezug auf Sachkontexte sollte fortlaufend gegeben sein, um die Bedeutung von Funktionen zu verdeutlichen. **Potenzfunktionen:** Die Bedeutung des Exponenten einer Potenzfunktion - insbesondere die Unterscheidungen einerseits zwischen geraden und ungeraden, andererseits zwischen positiven und negativen Exponenten sowie die unterschiedlichen Bedeutungen des Faktors - werden grafisch erarbeitet. (Kapitel I.4) **Symmetrien:** Übertragung des Symmetrie-Begriffs aus der Mittelstufe auf Funktionen. Unterscheidung der Funktionen nach „nur gerade“ und „nur ungerade Exponenten“ (Kapitel I.5) **Nullstellen:** Gängige Lösungsverfahren aus der Mittelstufe für quadratische Funktionen (z.B. p-q-Formel) werden wiederholt und durch neue Verfahren (Substitution, Ausklammern) und der Lösung mit dem GTR ergänzt. (Kapitel I.6) **Wachstum und Zerfall:** Die Potenzgesetze und Exponentialfunktionen aus der Mittelstufe werden wiederholt. Zur Lösung von Exponentialgleichungen wird der Logarithmus eingeführt. Sinnstiftende Anwendungsaufgaben (z.B. die C14 Methode) begleiten den Unterrichtsverlauf. **Transformationen:** Die Transformationen der Parabel werden verallgemeinert auf ganzrationale Funktionen höheren Grades übertragen und durch neue Transformationen (Spiegelung an der y-Achse, Streckung in x-Richtung) ergänzt und auf die Sinusfunktion angewendet.

2) Unterrichtsvorhaben: Anknüpfen an Vorwissen aus der SI - Modellierung von mehrstufigen Zufallsexperimenten (E-S1)		
Inhaltsbezogene Kompetenzen	**Prozessbezogene Kompetenzen**	**Vorhabenbezogene Absprachen**
Die Schülerinnen und Schüler • deuten Alltagssituationen als Zufallsexperimente • simulieren Zufallsexperimente • verwenden Urnenmodelle zur Beschreibung von Zufallsprozessen • stellen Wahrscheinlichkeitsverteilungen auf und führen Erwartungswertbetrachtungen durch • beschreiben mehrstufige Zufallsexperimente und ermitteln Wahrscheinlichkeiten mithilfe der Pfadregeln	*Die Schülerinnen und Schüler* • erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (Modellieren - Strukturieren) • erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (Modellieren – Mathematisieren) • wählen heuristische Hilfsmittel (z.B. Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren) aus, um die Situation zu erfassen (Problemlösen – Erkunden) • erläutern mathematische Begriffe in theoretischen und in Sachzusammenhängen (Kommunizieren, Rezipieren) • Verwenden den GTR zum Generieren von Zufallszahlen (Werkzeuge),	Der Einstieg kann mit „Aller guten Dinge sind vier“ erfolgen, bei dem vierstufige Zufallsexperimente mit verschiedenen Objekten (z.B. Münzen, Würfeln, Reißnägeln und dem Zufallsgenerator des GTR) durchgeführt und Wahrscheinlichkeitsverteilungen aufgestellt werden. Dabei werden Fachbegriffe wie Ergebnismenge, Wahrscheinlichkeit, relative Häufigkeit, mehrstufiges Zufallsexperiment, Wahrscheinlichkeitsverteilung, Ereignis und Gegenereignis wiederholt. Die Wahrscheinlichkeitsverteilungen werden auch grafisch dargestellt, die Interpretation als Glücksspiel führt zum Erwartungswert. Beispiele zu weiteren Aufgaben zur Wahrscheinlichkeitsverteilung und zum Erwartungswert: das Würfelspiel „2 & 12“; Chuck a luck; Prämienfestlegung bei Versicherungen. Zwei- und mehrstufige Zufallsexperimente zum Ziehen aus Urnen mit und ohne Zurücklegen bereiten den Begriff der stochastischen Unabhängigkeit vor und sind Gegenstand für Überlegungen zu Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Erwartungswert.

3) Unterrichtsvorhaben: Testergebnisse richtig interpretieren – Umgang mit bedingten Wahrscheinlichkeiten (E-S2)		
Inhaltsbezogene Kompetenzen	**Prozessbezogene Kompetenzen**	**Vorhabenbezogene Absprachen**
Die Schülerinnen und Schüler • modellieren Sachverhalte mithilfe von Baumdiagrammen und Vier-oder Mehrfeldertafeln • bestimmen bedingte Wahrscheinlichkeiten • prüfen Teilvorgänge mehrstufiger Zufallsexperimente auf stochastische Unabhängigkeit • bearbeiten Problemstellungen im Kontext bedingter Wahrscheinlichkeiten.	***Modellieren*** *Die Schülerinnen und Schüler* • erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung *(Strukturieren)* • erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells *(Mathematisieren)* • beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation *(Validieren)* ***Kommunizieren*** *Die Schülerinnen und Schüler* • erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus zunehmend komplexen mathematikhaltigen Texten […] *(Rezipieren)* • wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen *(Produzieren)*	*Als Einstiegskontext zur Erarbeitung des fachlichen Inhaltes kann ein medizinisches Testverfahren dienen.* Um die Übertragbarkeit des Verfahrens zu sichern, sollen auch Beispiele aus weiteren Kontexten betrachtet werden. Zur Förderung des Verständnisses der Wahrscheinlichkeitsaussagen werden parallel Darstellungen mit absoluten Häufigkeiten verwendet. Die Schülerinnen und Schüler sollen zwischen verschiedenen Darstellungsformen (Baumdiagramm, Mehrfeldertafel) wechseln und diese zur Berechnung bedingter Wahrscheinlichkeiten beim Vertauschen von Merkmal und Bedingung und zum Rückschluss auf unbekannte Astwahrscheinlichkeiten nutzen können. Bei der Erfassung stochastischer Zusammenhänge ist die Unterscheidung von Wahrscheinlichkeiten des Typs P(A∩B) von bedingten Wahrscheinlichkeiten – auch sprachlich – von besonderer Bedeutung.

4) Unterrichtsvorhaben: Grundvorstellungen entwickeln - ***Von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate (E-A2)***		
Inhaltsbezogene Kompetenzen	**Prozessbezogene Kompetenzen**	**Vorhabenbezogene Absprachen**
Die Schülerinnen und Schüler • berechnen **durchschnittliche** Änderungsraten und interpretieren sie im Kontext • berechnen **lokale** Änderungsraten und interpretieren sie im Kontext • erläutern qualitativ auf der Grundlage eines anschaulichen Grenzwertbegriffs an Beispielen den Übergang von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate • deuten die Tangente als Grenzlage einer Folge von Sekanten • deuten die Ableitung an einer Stelle als lokale Änderungsrate/ Tangentensteigung	***Argumentieren (Vermuten)*** *Die Schülerinnen und Schüler* • stellen Vermutungen auf • unterstützen Vermutungen beispielgebunden • präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur ***Werkzeuge nutzen*** *Die Schülerinnen und Schüler* • verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum … Darstellen von Funktionen grafisch und als Wertetabelle … grafischen Messen von Steigungen • nutzen mathematische Hilfsmittel und digitale Werkzeuge zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen	Für den Einstieg in die Thematik wird die Ermittlung durchschnittlicher Änderungsraten in unterschiedlichen Kontexten empfohlen, wobei insbesondere auf die Angabe der Einheiten geachtet werden soll. Die Sachkontexte sollten kontinuierlich Beachtung finden. Es bieten sich u.a. an: Bewegungsabläufe (Weg-Zeit-Funktion), Wachstumsvorgänge (bspw. Lambacher Schweizer S. 51, Nr. 2), Höhenprofile, Kosten- und Ertragsentwicklung. Auf dieser Basis kann der Schritt zur momentanen Änderungsrate vollzogen werden. Als Kontext für den Übergang von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate bietet sich z.B. die Fahrt eines Autos durch Zündorf an, bei der die Durchschnittsgeschwindigkeit 50 km/h beträgt, die Schüler jedoch am Graphen erkennen können, dass der Fahrer nicht durchgängig vorschriftsgemäß gefahren ist. Neben zeitabhängigen Vorgängen soll also auch ein geometrischer Kontext betrachtet werden. Tabellenkalkulation und Dynamische-Geometrie-Software werden zur numerischen und geometrischen Darstellung des Grenzprozesses beim Übergang von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate bzw. der Sekanten zur Tangenten (Zoomen) eingesetzt. Im Zusammenhang mit dem graphischen Ableiten und dem Begründen der Eigenschaften eines Funktionsgraphen sollen die Schülerinnen und Schüler in besonderer Weise zum Vermuten, Begründen und Präzisieren ihrer Aussagen angehalten werden. Die Inhalte finden sich u.a. im Schulbuch Lambacher Schweizer in Kapitel II, 1-2.

5) **Unterrichtsvorhaben:** ***Ableitungsfunktionen verstehen und herleiten (E-A3)***		
Inhaltsbezogene Kompetenzen	**Prozessbezogene Kompetenzen**	**Vorhabenbezogene Absprachen**
Die Schülerinnen und Schüler • erläutern rechnerisch auf der Grundlage des Grenzwertbegriffs an Beispielen den Übergang von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate • beschreiben und interpretieren Änderungsraten funktional (Ableitungsfunktion) • leiten Funktionen graphisch ab • begründen Eigenschaften von Funktionsgraphen (Monotonie, Extrempunkte) mithilfe der Graphen der Ableitungsfunktionen • nutzen die Ableitungsregel für Potenzfunktionen mit natürlichen Exponenten • wenden die Summen-, Potenz- und Faktorregel auf ganzrationale Funktionen an • stellen mithilfe der Ableitungsfunktion Tangentengleichungen auf • nennen die Kosinusfunktion als Ableitung der Sinusfunktion	***Problemlösen*** *Die Schülerinnen und Schüler* • analysieren und strukturieren die Problemsituation *(Erkunden)* • erkennen Muster und Beziehungen *(Erkunden)* • wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus *(Lösen)* ***Argumentieren*** *Die Schülerinnen und Schüler* • präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur *(Vermuten)* • nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen *(Begründen)* • überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können *(Beurteilen)* ***Werkzeuge nutzen*** *Die Schülerinnen und Schüler* verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum … Lösen von Gleichungen … zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen	Im Anschluss an Unterrichtsvorhaben II (Thema E-A2) wird die Frage aufgeworfen, ob sich die lokale Änderungsrate auch exakt berechnen lässt. Der „h-Methode“ wird dazu exemplarisch durchgeführt und auch zur Festigung algebraischer Fertigkeiten eingeübt. Kontexte spielen in diesem Unterrichtsvorhaben eine untergeordnete Rolle. Quadratische Funktionen können aber stets als Weg-Zeit-Funktion bei Fall- und Wurf- und anderen gleichförmig beschleunigten Bewegungen gedeutet werden. Durch gleichzeitiges Visualisieren der Ableitungsfunktion erklären Lernende die Eigenschaften von ganzrationalen Funktionen 3. Grades durch die Eigenschaften der ihnen vertrauten quadratischen Funktionen. Zur Einübung der Zusammenhänge von Graphen der Funktion und der Ableitungsfunktion bietet sich ein Funktionendomino an. Zugleich entdecken sie die Zusammenhänge zwischen charakteristischen Punkten, woran in Unterrichtsvorhaben VI (Thema E-A4) angeknüpft wird. Durch graphisches Ableiten der Sinusfunktion kann die Kosinusfunktion als deren Ableitungsfunktion erkannt werden. Die Inhalte finden sich u.a. im Schulbuch Lambacher Schweizer in Kapitel II, 3-7.

6) Unterrichtsvorhaben: Entwicklung und Anwendung von Kriterien und Verfahren zur Untersuchung von Funktionen (E-A4)		
Inhaltsbezogene Kompetenzen	**Prozessbezogene Kompetenzen**	**Vorhabenbezogene Absprachen**
Die Schülerinnen und Schüler • begründen Eigenschaften von Funktionsgraphen (Monotonie, Extrempunkte) mithilfe der Graphen der Ableitungsfunktionen • nutzen die Ableitungsregel für Potenzfunktionen mit natürlichem Exponenten • wenden die Summen- und Faktorregel auf ganzrationale Funktionen an • lösen Polynomgleichungen, die sich durch einfaches Ausklammern oder **Substituieren** auf lineare und quadratische Gleichungen zurückführen lassen, **ohne digitale Hilfsmittel** • verwenden das notwendige Kriterium und das Vorzeichenwechselkriterium zur Bestimmung von Extrempunkten. (Das Kriterium mithilfe der 2. Ableitung ist Inhalt der Q1.) • unterscheiden lokale und globale Extrema im Definitionsbereich • verwenden am Graphen oder Term einer Funktion ablesbare Eigenschaften als Argumente beim Lösen von inner- und außermathematischen Problemen	***Problemlösen*** *Die Schülerinnen und Schüler* • erkennen Muster und Beziehungen *(Erkunden)* • nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (hier: Zurückführen auf Bekanntes) *(Lösen)* • wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus *(Lösen)* ***Argumentieren*** *Die Schülerinnen und Schüler* • präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur *(Vermuten)* • nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen *(Begründen)* • berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige / hinreichende Bedingung, Folgerungen […]) *(Begründen)* • erkennen fehlerhafte Argumentationsketten und korrigieren sie *(Beurteilen)*	Für ganzrationale Funktionen werden die Zusammenhänge zwischen den Extrempunkten der Ausgangsfunktion und ihrer Ableitung durch die Betrachtung von Monotonieintervallen und des Vorzeichenverhaltens von f‘ untersucht. Die Schülerinnen und Schüler üben damit, vorstellungsbezogen zu argumentieren. (Als Beispiel bietet der Lambacher Schweizer S. 82, E 2 eine schöne Möglichkeit.) Die Untersuchungen auf Symmetrien und Globalverhalten werden fortgesetzt. Bezüglich der Lösung von Gleichungen im Zusammenhang mit der Nullstellenbestimmung wird durch geeignete Aufgaben Gelegenheit zum Üben von Lösungsverfahren ohne Verwendung des GTR gegeben. Neben den Fällen, in denen das Vorzeichenwechselkriterium angewendet wird, werden die Lernenden auch mit Situationen konfrontiert, in denen sie mit den Eigenschaften des Graphen oder Terms argumentieren. So erzwingt z. B. Achsensymmetrie die Existenz eines Extrempunktes auf der Symmetrieachse. Ein Schwerpunkt sollte auf anwendungsbezogenen Problemstellungen liegen. Beim Lösen von inner- und außermathematischen Problemen können auch Tangentengleichungen bestimmt werden. Die Inhalte finden sich u.a. im Schulbuch Lambacher Schweizer in Kapitel III.

7) Unterrichtsvorhaben: Koordinatisierung des Raumes (E-G1)		
Inhaltsbezogene Kompetenzen	**Prozessbezogene Kompetenzen**	**Vorhabenbezogene Absprachen**
Die Schülerinnen und Schüler • wählen geeignete kartesische Koordinatisierungen für die Bearbeitung eines geometrischen Sachverhalts in der Ebene und im Raum • stellen geometrische Objekte in einem räumlichen kartesischen Koordinatensystem dar	***Modellieren*** *Die Schülerinnen und Schüler* • erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren)* • erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*) ***Kommunizieren (Produzieren)*** *Die Schülerinnen und Schüler* • wählen begründet eine geeignete Darstellungsform aus wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen	Zum Einstieg kann „ich sehe was, was, was Du nicht siehst...“ (Darstellung von Punkten im Raum) gespielt werden. Eine schöne Aufgabe ist in dem Lambacher-Schweizer dargestellt, bei der ein Raum gezeichnet wurde und man verschiedene Gegenstände mit dreidimensionalen Koordinaten versieht. Elektronisch findet man die Aufgabe unter: http://ne.lo-net2.de/selbstlernmaterial/m/ag/pk3/pk3_ab2.pdf In dem Unterrichtsvorhaben wird der Begriff der Koordinatenebene eingeführt. Damit Schülerinnen und Schüler zu geeigneten Koordinatisierungen aufgefordert werden, werden Körper präsentiert, die in ein dreidimensionales Koordinatensystem eingefügt werden müssen. Siehe beispielsweise LS für die Eph., 2014, S. 119 oder S. 131, Nr. 10 und 11 (diese beiden Aufgaben können im nachfolgenden Unterrichtsvorhaben aufgegriffen werden).

8) Unterrichtsvorhaben: *Rechnen mit Vektoren und Nachweis besonderer Eigenschaften (E-G2)*		
Inhaltsbezogene Kompetenzen	**Prozessbezogene Kompetenzen**	**Vorhabenbezogene Absprachen**
Die Schülerinnen und Schüler • deuten Vektoren (in Koordinatendarstellung) als Verschiebungen und kennzeichnen Punkte im Raum durch Ortsvektoren • stellen gerichtete Größen (z. B. Geschwindigkeit, Kraft) durch Vektoren dar • berechnen Längen von Vektoren und Abstände zwischen Punkten mithilfe des Satzes von Pythagoras • addieren Vektoren, multiplizieren Vektoren mit einem Skalar und untersuchen Vektoren auf Kollinearität • weisen Eigenschaften von besonderen Dreiecken und Vierecken mithilfe von Vektoren nach	***Problemlösen*** *Die Schülerinnen und Schüler* • entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege *(Lösen)* • setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein *(Lösen)* wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus *(Lösen)*	Ein schöner Einstieg kann im Kontext einer Heißluftballonaufgabe (LS 2014, S. 119, Nr. 10) erfolgen. Dieses Beispiel kann aufgegriffen werden zur Erarbeitung der Addition/Subtraktion von Vektoren sowie der S-Multiplikation (zeichnerisch und rechnerisch). Als Deutung von Vektoren zur Darstellung von Kräften und Geschwindigkeiten bieten sich die Aufgaben 21 und 22 auf S. 134 (LS 2014), S. 126, Nr. 5, S. 127, Nr. 9 und 11 sowie die Tauziehaufgabe auf S. 127, Nr. 12 an. Mit dem Satz des Pythagoras berechnen Schülerinnen und Schüler den Betrag eines Vektors. Die Umkehrung des Satzes wird zum Nachweis rechtwinkliger Dreiecke verwendet. Mithilfe der trigonometrischen Funktionen Sinus, Kosinus und Tangens berechnen Schülerinnen und Schüler Winkel in rechtwinkligen Dreiecken. Folgende besondere Dreiecke / Vierecke werden untersucht: Rechtwinkliges, gleichseitiges und gleichschenkliges Dreieck; Trapez (Kollinearität von Vektoren), Parallelogramm, Raute, Rechteck und Quadrat.

2.2.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase, LK und GK

Qualifikationsphase (Grund und Leistungskurse werden gemeinsam dargestellt, zusätzliche Vorhaben des LK werden besonders ausgewiesen. Die Reihenfolge des GK unterscheidet sich von der im LK und ist am Ende dieses Abschnitts dargestellt.

<u>1) Unterrichtsvorhaben</u> **Thema:** Vertiefungen zu ganzrationalen Funktionen: Zweite und dritte Ableitung, Steckbriefaufgaben, Parameter) **Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:** • Modellieren, Problemlösen • Werkzeuge nutzen **Inhaltsfeld**: Funktionen und Analysis (A) **Inhaltlicher Schwerpunkt**: • Fortführung der Differentialrechnung • Funktionen als mathematische Modelle **Zeitbedarf**: GK 29 Std. – LK: 30 Std.	*<u>2) Unterrichtsvorhaben</u>* **Thema:** Exponentialfunktion (natürlicher Logarithmus, Ableitungen) **Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:** • Modellieren • Problemlösen • Werkzeuge nutzen **Inhaltsfeld**: Funktionen und Analysis (A) **Inhaltlicher Schwerpunkt**: • Fortführung der Differentialrechnung **Zeitbedarf**: GK: 15 Std. – LK: 26 Std.	*<u>3) Unterrichtsvorhaben</u>* **Thema:** Untersuchung zusammengesetzter Funktionen, höhere Ableitungsregeln **Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:** • Argumentieren • Modellieren, Problemlösen • Werkzeuge nutzen **Inhaltsfeld**: Funktionen und Analysis (A) **Inhaltliche Schwerpunkte**: • Funktionen als mathematische Modelle • Fortführung der Differentialrechnung • Integralrechnung **Zeitbedarf**: GK: 16 Std. – LK: 33 Std.

<u>4) Unterrichtsvorhaben</u> **Thema:** Mit Integralen Flächen und (LK:) Volumina berechnen und Bestände rekonstruieren **Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:** • Kommunizieren, Argumentieren • Werkzeuge nutzen **Inhaltsfeld**: Funktionen und Analysis (A) **Inhaltliche Schwerpunkte**: • Grundverständnis des Integralbegriffs • Integralrechnung **Zeitbedarf**: GK: 21 Std. – LK: 31 Std.	*<u>5) Unterrichtsvorhaben</u>* **Thema:** Vektoren, Geraden und Strecken im Raum, Skalarprodukt, Bewegungsaufgaben **Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:** • Modellieren • Problemlösen **Inhaltsfeld:** Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G) **Inhaltlicher Schwerpunkt**: • Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte (Geraden) • Skalarprodukt **Zeitbedarf**: GK = LK: 20 Std.	*<u>6) Unterrichtsvorhaben</u>* **Thema:** Ebenen (Untersuchung geometrischer Objekte) **Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:** • Argumentieren • Kommunizieren • Werkzeuge nutzen **Inhaltsfeld**: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G) **Inhaltlicher Schwerpunkt**: • Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte • Lineare Gleichungssysteme **Zeitbedarf**: GK: 18 Std. – LK: 19 Std.

7) Unterrichtsvorhaben (nur LK) **Thema:** Ebenen in Koordinaten- und Normalenform; Abstands- und Winkelprobleme (nur LK) **Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:** • Problemlösen • Werkzeuge nutzen **Inhaltsfeld** Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G) **Inhaltlicher Schwerpunkt**: • Lagebeziehungen und Abstände • Lineare Gleichungssysteme **Zeitbedarf**: LK: 25 Std.	*8) Unterrichtsvorhaben* **Thema:** Kenngrößen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Binomialverteilung, Sigmaregeln **Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:** • Modellieren • Werkzeuge nutzen • Problemlösen **Inhaltsfeld**: Stochastik (S) **Inhaltlicher Schwerpunkt**: • Kenngrößen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen • Binomialverteilung **Zeitbedarf**: GK: 22 Std. – LK: 24 Std.	*9) Unterrichtsvorhaben* **Thema:** Stochastische Prozesse mit Matrizen beschreiben und voraussagen **Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:** • Modellieren • Argumentieren **Inhaltsfeld**: Stochastik (S) **Inhaltlicher Schwerpunkt**: • Stochastische Prozesse **Zeitbedarf**: GK: 12 Std. – LK: 14 Std.

<u>10) Unterrichtsvorhaben (nur LK)</u> **Thema:** Testen von Hypothesen (nur LK) **Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:** • Modellieren • Kommunizieren **Inhaltsfeld**: Stochastik (S) **Inhaltlicher Schwerpunkt**: • Testen von Hypothesen **Zeitbedarf**: LK: 16 Std.	*<u>11) Unterrichtsvorhaben (nur LK)</u>* **Thema:** Die Normalverteilung: Verknüpfung von Analysis mit der Wahrscheinlichkeitsrechnung (nur LK) **Zentrale prozessbezogene Kompetenzen:** • Modellieren • Problemlösen • Werkzeuge nutzen **Inhaltsfeld**: Stochastik (S) **Inhaltlicher Schwerpunkt**: • Normalverteilung **Zeitbedarf**: LK: 15 Std.	**Im Grundkurs ist die Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben:** 1) Vertiefungen zu ganzrationalen Funktionen 2) Mit Integralen Flächen berechnen und Bestände rekonstruieren 3) Vektoren, Geraden und Strecken im Raum 4) Ebenen 5) Kenngrößen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Binomialverteilung, Sigmaregeln 6) Stochastische Prozesse 7) Exponentialfunktionen 8) Zusammengesetzte Funktionen, höhere Ableitungsregeln Die drei nicht genannten Themen entfallen im GK.

Zeitbedarf

	LK	GK
Q1	40 Wochen mal 5 Stunden pro Woche = 200 Stunden	40 Wochen mal 3 Stunden pro Wochen = 120 Stunden
Q2	ca. 26 Wochen also 130 Stunden	ca. 26 Wochen, also 78 Stunden
	330	198

Dauer Unterrichtsvorhaben

LK

Name, abgekürzt	Dauer	
Vertiefung ganzrationale Funktionen	30	Q1
Exponentialfunktionen	26	
Höhere Ableitungsregeln	35	
Integralrechnung	35	
Vektoren und Geraden	20	
Ebenen	20	
Koordinatenform und Normalenform	25	
Binomialverteilung	30	Q2
Prozesse	15	
Testen von Hypothesen	20	
Normalverteilung	20	
Summe	276	

GK

Name, abgekürzt	Dauer	
Vertiefung ganzrationale Funktionen	30	Q1
Integralrechnung	25	
Vektoren und Geraden	20	
Ebenen	20	
Binomialverteilung	25	Q2
Prozesse	15	
Exponentialfunktionen	15	
Höhere Ableitungsregeln	20	
Summe	170	

Gesamt: GK: 170 von 198 Stunden verplant, 86 %. LK: 276 von 330 Stunden verplant, 83 %.

2.2.2 Kompetenzentwicklung in den Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase

1) Unterrichtsvorhaben: Vertiefungen zu ganzrationalen Funktionen: Zweite und dritte Ableitung, Steckbriefaufgaben, Parameter		
Inhaltsbezogene Kompetenzen	**Prozessbezogene Kompetenzen**	**Vorhabenbezogene Absprachen**
Die Bedeutung der zweiten Ableitung das Krümmungsverhalten des Graphen einer Funktion mithilfe der 2. Ableitung beschreiben **Neue hinreichende Kriterien** notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien sowie weitere hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten verwenden **Extremwertprobleme mit Nebenbedingungen** Extremalprobleme durch Kombination mit Nebenbedingungen auf Funktionen einer Variablen zurückführen und diese lösen **Ganzrationale Funktionen bestimmen** Parameter einer Funktion mithilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben, bestimmen („Steckbriefaufgaben“) **Funktionenscharen** - Parameter von Funktionen im Anwendungszusammenhang interpretieren, - Einfluss von Parametern auf Funktionenscharen untersuchen (LK)	**Modellieren** *Strukturieren* Annahmen treffen und begründet Vereinfachungen einer realen Situation vornehmen, *Mathematisieren* zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle übersetzen, mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells erarbeiten, *Validieren* die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation beziehen, die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung beurteilen. **Problemlösen** *Erkunden* Fragen zu einer gegebenen Problemsituation finden und stellen, einfache und komplexe mathematische Probleme analysieren und strukturieren, die Problemsituation erkennen und formulieren, *Lösen* Ideen für mögliche Lösungswege entwickeln, ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung einsetzen, einschränkende Bedingungen berücksichtigen, einen Lösungsplan zielgerichtet ausführen **Argumentieren** *Begründen* mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen nutzen, vermehrt logische Strukturen berücksichtigen (notwendige / hinreichende Bedingung, Folgerungen / Äquivalenz, Und- / Oder-Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen), **Werkzeuge nutzen** Digitale Werkzeuge nutzen zum *- Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen,* *- Darstellen von Funktionen (grafisch und als Wertetabelle),* *- zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen,* *- grafischen Messen von Steigungen,* *- Berechnen der Ableitung einer Funktion an einer Stelle*	Dieses Unterrichtsvorhaben ist das erste in einem neu zusammengesetzten Kurs. Es bietet sich die Wiederholung der ersten Ableitung zur Ermittlung von Hoch- und Tiefpunkten an, auch durch eine Gegenüberstellung des „Originalgraphen“ und der Graphen der ersten und zweiten Ableitung. Zu Beginn: Kurze Wiederholung erste Ableitung wird die neue hinreichende Bedingung erarbeitet. Hier sind zahlreiche Argumentationsanlässe gegeben, insbesondere, warum $f'(x) = 0$ nicht ausreicht, warum aus $f''(x) > 0$ kein Tiefpunkt folgt, was aus $f''(x) > 0$ folgt oder wie man Wendepunkte ermittelt. Um die Bedeutung der zweiten Ableitung zu verdeutlichen, bieten sich Weg-Zeit-Funktionen an. Eine Extremwertaufgabe sollte aus einem geometrischen Kontext entnommen werden, etwa die Volumenmaximierung einer Schachtel mit gegebener Ausgangsfläche. Die Maximierung des Flächeninhalts eines Rechtecks unter einer nach unten geöffneten Parabel ist ebenfalls eine typische Extremwertaufgabe, die insbesondere im LK bei den zusammengesetzten Funktionen aufgegriffen werden kann. Anknüpfungspunkte von Funktionenscharen sind die Transformationen. Hier arbeiten Schülerinnen und Schüler mit den Auswirkungen von Parametervariationen auf die Gestalt von Funktionsgraphen. Um Parameter bei Steckbriefaufgaben zu bestimmen, werden Gleichungssysteme gelöst. Dies erfolgt in diesem Unterrichtsvorhaben mit dem Grafikrechner. Beispielaufgabenstellung für den GK: Bestimmen Sie den Parameter a, sodass.... - der Graph der Funktionenschar durch den Punkt P(x|y) geht - die Funktion an der Stelle x den Wert y annimmt. Im LK werden Ortskurven ausgezeichneter Punkte behandelt.

2) Unterrichtsvorhaben: Exponentialfunktion, natürlicher Logarithmus, Ableitungen		
Inhaltsbezogene Kompetenzen	**Prozessbezogene Kompetenzen**	**Vorhabenbezogene Absprachen**
Wiederholung aus der Eph. Eigenschaften von Exponentialfunktionen beschreiben **Die natürliche Exponentialfunktion und ihre Ableitung** - die Ableitung der natürlichen Exponentialfunktion bilden, - die besondere Eigenschaft der natürlichen Exponentialfunktion beschreiben und begründen (begründen: LK), - die Ableitung mithilfe der Approximation durch lineare Funktionen deuten (LK) **Natürlicher Logarithmus – Ableitung von Exponentialfunktionen** - die Ableitung von Exponentialfunktionen mit beliebiger Basis bilden, - in einfachen Fällen zusammengesetzte Funktionen und deren Ableitung bilden **Exponentielles Wachstum** Wachstums- und Zerfallsvorgänge mithilfe funktionaler Ansätze untersuchen **Beschränktes Wachstum (LK)** Exponentialfunktionen zur Beschreibung von Wachstums- und Zerfallsvorgängen verwenden und die Qualität der Modellierung exemplarisch mit begrenztem Wachstum vergleichen **Logarithmusfunktion und Umkehrfunktion (LK)** die natürliche Logarithmusfunktion als Umkehrfunktion der natürlichen Exponentialfunktion nutzen	**Modellieren** *Strukturieren* Annahmen treffen und begründet Vereinfachungen einer realen Situation vornehmen *Validieren* die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation beziehen, die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung beurteilen, aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung verbessern, die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen An-nahmen reflektieren **Problemlösen** *Erkunden* Muster und Beziehungen erkennen, Informationen recherchieren Lösen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung einsetzen, Werkzeuge auswählen, die den Lösungsweg unterstützen, geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung auswählen einschränkende Bedingungen berücksichtigen **Argumentieren** *Vermuten* Vermutungen aufstellen und mithilfe von Fachbegriffen präzisieren *Begründen* math. Regeln und Sätze für Begründungen nutzen *Beurteilen* überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können, Argumentationsketten hinsichtlich ihrer Reichweite und Übertragbarkeit beurteilen **Werkzeuge nutzen** *Digitale Werkzeuge nutzen zum* - Darstellen von Funktionen (graphisch und als Wertetabelle), grafischen Messen von Steigungen, - berechnen der Ableitung einer Funktion an einer Stelle Die Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge reflektieren und begründen	Zu Beginn des Unterrichtvorhabens sollte eine Auffrischung der bereits in der Einführungsphase erworbenen Kompetenzen stehen (Wachstum und Zerfall). Im Anschluss werden die Eigenschaften einer allgemeinen Exponentialfunktion zusammengestellt. Die Klärung der Bedeutung der verschiedenen Parameter und die Veränderungen durch Transformationen werden durch den GTR unterstützt. Die Frage nach der Ableitung an einer Stelle führt zu einer vertiefenden Betrachtung des Übergangs von der durchschnittlichen zur momentanen Änderungsrate. (GTR: bspw. Tabellenkalkulation) Abschließend wird noch die Basis variiert. Dabei ergibt sich quasi automatisch die Frage, für welche Basis Funktion und Ableitungsfunktion übereinstimmen. Umkehrprobleme im Zusammenhang mit der natürlichen Exponentialfunktion werden genutzt, um den natürlichen Logarithmus zu definieren und damit auch alle Exponentialfunktionen auf die Basis e zurückzuführen. Mithilfe der Kettenregel im nachfolgenden Unterrichtsvorhaben können dann auch allgemeine Exponentialfunktionen sowie die ln-Funktion abgeleitet werden.

3) Unterrichtsvorhaben: Untersuchung zusammengesetzter Funktionen, höhere Ableitungsregeln		
Inhaltsbezogene Kompetenzen	**Prozessbezogene Kompetenzen**	**Vorhabenbezogene Absprachen**
Zusammengesetzte Funktionen - in einfachen Fällen zusammengesetzte Funktionen bilden (Summe, Produkt, Verkettung), - Eigenschaften von zusammengesetzten Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung) argumentativ auf deren Bestandteile zurückführen **Ableitungsregeln, insbesondere bei zusammengesetzten Funktionen** - die Produktregel auf Verknüpfungen von ganzrationalen Funktionen und Exponentialfunktionen anwenden, - die Kettenregel auf Verknüpfungen der natürlichen Exponentialfunktion mit linearen Funktionen anwenden, - die Ableitungen von Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten bilden, - die Ableitungen von Potenzfunktionen mit rationalen Exponenten bilden (LK), - die Produkt- und Kettenregel zum Ableiten von Funktionen anwenden (LK), - mithilfe der Kettenregel die Ableitungsfunktion allgemeiner Exponentialfunktionen ermitteln (LK), - Wh.: notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien sowie weitere hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten verwenden **Parameter** - den Einfluss von Parametern auf Eigenschaften von Funktionenscharen untersuchen (LK), - Parameter von Funktionen im Kontext interpretieren **ln-Funktion** - mithilfe der Kettenregel die Ableitungsfunktion der ln-Funktion ermitteln (LK), - die natürliche Logarithmusfunktion als Stammfunktion der Funktion $f(x) = 1/x$ nutzen (LK)	**Problemlösen** *Lösen* heuristische Strategien und Prinzipien nutzen, Werkzeuge auswählen, die den Lösungsweg unterstützen, geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung auswählen **Argumentieren** *Vermuten* Vermutungen aufstellen, beispielgebunden unterstützen und mithilfe von Fachbegriffen präzisieren, *Begründen* math. Regeln und Sätze für Begründungen nutzen sowie Argumente zu Argumentationsketten verknüpfen, verschiedene Argumentationsstrategien nutzen *Beurteilen* lückenhafte Argumentationsketten erkennen und vervollständigen, fehlerhafte Argumentationsketten erkennen und korrigieren **Kommunizieren** *Produzieren* eigene Überlegungen formulieren und eigene Lösungswege beschreiben, Fachsprache und fachspezifische Notation verwenden **Werkzeuge nutzen** *Digitale Werkzeuge nutzen zum* - zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen, - grafischen Messen von Steigungen, - Berechnen der Ableitung einer Funktion an einer Stelle Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge reflektieren und begründen.	An Beispielen von Prozessen, bei denen das Wachstum erst zu- und dann wieder abnimmt (Medikamente, Fieber, Pflanzen), wird eine Modellierung durch Produkte von ganzrationalen Funktionen und Exponentialfunktionen einschließlich deren Verhalten für betragsgroße Argumente erarbeitet. Weitere Kontexte bieten Anlass zu komplexen Modellierungen mit Funktionen anderer Funktionenklassen, insbesondere unter Berücksichtigung von Parametern, für die Einschränkungen des Definitionsbereichs oder Fallunterscheidungen vorgenommen werden müssen. Im LK werden in diesem Unterrichtsvorhaben Funktionenscharen aufgegriffen, wiederholt und durch Berücksichtigung einer komplexeren Funktionenklasse vertieft. Dabei lernen Schülerinnen und Schüler Parameter insbesondere so zu wählen, dass die entsprechende Funktion über bestimmte, z.B. in einem Text, in Formeln oder einer Grafik festgelegten, Eigenschaften verfügt. Ein schönes Beispiel dafür bietet die Sauerstoffproduktion einer Buche, eine Aufgabe aus dem Haupttermin aus dem Jahr 2007.

4) Unterrichtsvorhaben: Mit Integralen Flächen und Volumina (LK) berechnen und Bestände aus Änderungsraten rekonstruieren		
Inhaltsbezogene Kompetenzen	**Prozessbezogene Kompetenzen**	**Vorhabenbezogene Absprachen**
Rekonstruieren einer Größe („Wirkung“) - Produktsummen im Kontext als Rekonstruktion des Gesamtbestandes oder Gesamteffektes einer Größe interpretieren, - die Inhalte von orientierten Flächen im Kontext deuten, - zu einer gegebenen Randfunktion die zugehörige Flächeninhaltsfunktion skizzieren **Das Integral** an geeigneten Beispielen den Übergang von der Produktsumme zum Integral auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs erläutern und vollziehen **Hauptsatz** - geometrisch-anschaulich den Zusammenhang zwischen Änderungsrate und Integralfunktion erläutern (LK), - den Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung unter Verwendung eines anschaulichen Stetigkeitsbegriffs begründen (LK) **Stammfunktionen bestimmen** - Stammfunktionen ganzrationaler Funktionen bestimmen, - die Intervalladditivität und Linearität von Integralen nutzen **Integral und Flächeninhalt** - den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate (LK oder der Randfunktion) ermitteln, - Flächeninhalte mithilfe von bestimmten (LK: und uneigentlichen) Integralen ermitteln, - Integrale mithilfe von gegebenen (LK: oder Nachschlagewerken entnommenen) Stammfunktionen und numerisch bestimmen. **Integralfunktion** den Zusammenhang zwischen Änderungsrate und Integralfunktion erläutern **Unbegrenzte Flächen - Uneigentliche Integrale** Flächeninhalte mithilfe von bestimmten und uneigentlichen Integralen bestimmen (LK) **Integral und Rauminhalt** Volumina von Körpern, die durch die Rotation um die Abszisse entstehen, mithilfe von bestimmten und uneigentlichen Integralen bestimmen (LK)	**Argumentieren** *Vermuten* Vermutungen aufstellen, beispielgebunden unterstützen und mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur präzisieren, *Begründen* Zusammenhänge zwischen Begriffen herstellen (Ober-/Unterbegriff) vorgegebene Argumentationen und mathematische Beweise erklären **Kommunizieren** *Rezipieren* Informationen aus zunehmend komplexen mathematikhaltigen Texten und Darstellungen, aus authentischen Texten, mathematischen Fachtexten sowie aus Unterrichtsbeiträgen erfassen, strukturieren und formalisieren, Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren beschreiben, mathematische Begriffe in theoretischen und in Sachzusammenhängen erläutern. *Produzieren* eigene Überlegungen formulieren und eigene Lösungswege beschreiben, begründet eine geeignete Darstellungsform auswählen, flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen wechseln, Arbeitsschritte nachvollziehbar dokumentieren, Ausarbeitungen erstellen und präsentieren **Werkzeuge nutzen** *Digitale Werkzeuge nutzen zum* - Messen von Flächeninhalten zwischen Funktionsgraph und Abszisse, - Ermitteln des Wertes eines bestimmten Integrales, Mathematische Hilfsmittel und digitale Werkzeuge zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen nutzen	Integrale werden in zwei Zielrichtungen eingesetzt: Zu einer Rekonstruktion des Gesamtbestandes, wenn eine Änderungsrate vorgegeben ist und zu einer Flächenberechnung. Wenn man von einer Zeit – Geschwindigkeitsfunktion ausgeht, so liegt es für Schülerinnen und Schüler nahe, dass man den Weg durch die Umkehrung der Ableitung, also durch Integrieren, ermitteln kann. Wenn man den Weg durch Durchschnittsgeschwindigkeiten verschiedener Intervalle abschätzt, ist der Bezug zur Flächenberechnung gegeben, denn das Produkt aus Durchschnittsgeschwindigkeit und vergangener Zeit kann als ein Rechteck gedeutet werden. Von dieser Basis aus kann der Hauptsatz anschaulich begründet werden. Die Regeln zur Bildung von Stammfunktionen werden von den Schülerinnen und Schülern durch Rückwärtsanwenden der bekannten Ableitungsregeln selbstständig erarbeitet. (z. B. durch ein sog. Funktionendomino) Die Erläuterungen der Zusammenhänge zwischen Integralfunktion und Integrandfunktion bietet schöne Gelegenheiten zur Argumentation. Dabei werden Schülerinnen und Schüler für den Begriff der Flächenbilanz sensibilisiert. Ein besonderes Augenmerk ist auf die Differenzfunktion zu legen. Sie spielt bei der Berechnung der Fläche eine Rolle, die von zwei Funktionsgraphen eingeschlossen wird. Sie ist aber auch Ausgangspunkt für ein Extremwertproblem und bietet Gelegenheit zum Begründen. Im LK entdecken Schülerinnen und Schüler die interessante Tatsache, dass eine in Richtung der x- oder in Richtung der y-Achse unbeschränkte Fläche bezüglich ihres Flächeninhalts beschränkt sein kann. Bei der Berechnung von Rotationskörpern im LK ist eine gute Gelegenheit gegeben, Funktionsgraphen zu modellieren, etwa um das Volumen eines Glases oder eines Zeppelins zu bestimmen.

5) Unterrichtsvorhaben: Vektoren, Geraden und Strecken im Raum, Skalarprodukt, Bewegungsaufgaben		
Inhaltsbezogene Kompetenzen	**Prozessbezogene Kompetenzen**	**Vorhabenbezogene Absprachen**
Wiederholung Punkte im Raum, Vektoren, Rechnen mit Vektoren **Geraden und Strecken im Raum** - Geraden in Parameterform darstellen, - den Parameter von Geradengleichungen im Sachkontext interpretieren, - Strecken in Parameterform darstellen **Gegenseitige Lage von Geraden** - die Lösungsmenge von linearen Gleichungssystemen interpretieren, - Lagebeziehungen zwischen Geraden untersuchen, - Schnittpunkte von Geraden berechnen und sie im Sachkontext deuten **Zueinander orthogonale Vektoren – Skalarprodukt** das Skalarprodukt geometrisch deuten und es berechnen **Winkel zwischen Vektoren – Skalarprodukt** mithilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum untersuchen (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung)	**Modellieren** *Strukturieren*: zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung erfassen und strukturieren, Annahmen treffen und begründet Vereinfachungen einer realen Situation vornehmen, *Mathematisieren*: zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle übersetzen, mithilfe math. Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des math. Modells erarbeiten, *Validieren*: die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation beziehen, die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung beurteilen, aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung verbessern **Werkzeuge nutzen** Geodreiecke, geometrische Modelle und dynamische Geometrie-Software nutzen; *Digitale Werkzeuge nutzen zum* - grafischen Darstellen von Ortsvektoren, Vektorsummen und Geraden, - Darstellen von Objekten im Raum	Im GK: Ein kurzer Rückblick auf das gelernte aus der Eph. z.B. durch „Ich sehe was, was Du nicht siehst“ als Einstieg der Wiederholung (siehe Curriculum Eph.) unter http://ne.lo-net2.de/selbstlernmaterial/m/ag/pk3/pk3_ab2.pdf kann eine Aufgabe zur Orientierung im Raum mittels Koordinaten eingesehen werden. Bei der rein geometrischen Fragestellung, wie eine Gerade zu beschreiben ist, sollte auf unterschiedliche Vorgaben eingegangen (z.B. zwei Punkte bzw. Punkt und Richtung) werden. Durch Einschränkung des Definitionsbereichs werden Strahlen und Strecken einbezogen. Punktproben sowie die Berechnung von Schnittpunkten mit den Grundebenen erlauben die Darstellung in räumlichen Koordinatensystemen. (Auf dieser Grundlage können z. B. Schattenwürfe von Gebäuden in Parallel- und Zentralprojektion auf eine der Grundebenen berechnet und zeichnerisch dargestellt werden.) Solche Darstellungen sollten geübt werden. Lineare Bewegungen können z. B. im Kontext von Flugbahnen (Kondensstreifen) durch Startpunkt, Zeitparameter und Geschwindigkeitsvektor beschrieben und dynamisch mit DGS dargestellt werden. Dabei sollten Modellierungsfragen (reale Geschwindigkeiten, Größe der Flugobjekte, Flugebenen) einbezogen werden. Die Interpretation der Lösungsmengen linearer Gleichungssysteme kann im direkten Zusammenhang zur Untersuchung der Lagebeziehungen von Geraden behandelt werden. Z.B. durch die Untersuchung von zwei Flugbahnen evtl. unter Einbeziehung der 3D Modelle oder digitaler grafischer Darstellung. Die geometrische Deutung des Skalarprodukts kann kurz gehalten werden. Schwierigkeiten bereitet oftmals, dass die Multiplikation zweier Vektoren eine Zahl und kein Vektor ist. Dies sollte gründlich geübt werden. Bei der Untersuchung geometrischer Objekte kann an die Längenberechnung von Vektoren mittels des Satzes von Pythagoras (Eph.) angeknüpft werden.

6) Unterrichtsvorhaben: lineare Gleichungssysteme, Ebenen, Flächen, Lagebeziehungen

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen	Vorhabenbezogene Absprachen
Das Gauß-Verfahren - lineare Gleichungssysteme in Matrix-Vektor-Schreibweise darstellen, - den Gauß-Algorithmus als Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme beschreiben, - den Gauß-Algorithmus ohne digitale Werkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten anwenden, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind **Lösungsmengen linearer Gleichungssysteme** die Lösungsmenge von linearen Gleichungssystemen interpretieren **Ebenen im Raum – Parameterform** Ebenen in Parameterform darstellen **Lagebeziehungen** - Lagebeziehungen zwischen Geraden und Ebenen untersuchen, - Durchstoßpunkte von Geraden mit Ebenen berechnen und sie im Sachkontext deuten **Geometrische Objekte und Situationen im Raum** - Durchstoßpunkte von Geraden mit Ebenen berechnen und sie im Sachkontext deuten, - geradlinig begrenzte Punktmengen in Parameterform darstellen (LK)	**Problemlösen** *Erkunden* – wählen heuristische Hilfsmittel (z. B. Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren) aus, um die Situation zu erfassen *Lösen* – Ideen für mögliche Lösungswege entwickeln Werkzeuge auswählen, die den Lösungsweg unterstützen, heuristische Strategien und Prinzipien (z. B. [...]Darstellungswechsel, Zerlegen und Ergänzen, Symmetrien verwenden, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Fallunterscheidungen, Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten, […])nutzen, einen Lösungsplan zielgerichtet ausführen, *Reflektieren* – verschiedene Lösungswege bezüglich Unterschieden und Gemeinsamkeiten vergleichen, Lösungswege mit Blick auf Richtigkeit und Effizienz beurteilen und optimieren, Ursachen von Fehlern analysieren und reflektieren. **Kommunizieren** *Produzieren* – die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang verwenden, begründet eine geeignete Darstellungsform auswählen, Arbeitsschritte nachvollziehbar dokumentieren, Ausarbeitungen erstellen und präsentieren *Diskutieren* – ausgearbeitete Lösungen hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität vergleichen und beurteilen. **Werkzeuge nutzen** *Digitale Werkzeuge nutzen zum* - Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen, - Darstellen von Objekten im Raum	Um Lösungsmengen linearer Gleichungssysteme zu verstehen, müssen Schülerinnen und Schüler zu der Kenntnis gebracht werden, dass eine Gleichung mit drei Unbekannten im IR^3 (in Analogie zu einer Gleichung mit zwei Unbekannten im IR^2) eine Ebene beschreibt. Eine geistige Durchdringung dieser Tatsache erfolgt im Leistungskurs im Unterrichtsvorhaben sieben. Nun werden die Fälle der eindeutigem Lösbarkeit, der Lösungsmenge mit unendlich vielen Elementen, die – wenn man sie mit Punkten identifiziert – entweder auf einer Gerade oder einer Ebene liegen und die leere Lösungsmenge erarbeitet. Wichtig dabei ist, dass Schülerinnen stets einen Zusammenhang zwischen Lösungsmenge, rechnerisches Merkmal des entsprechenden Falles und eine Skizze vor Augen haben. Da Schülerinnen und Schüler mit dem GTR ein Werkzeug zur Ermittlung der Lösungen eines LGS zur Verfügung steht (rief-Befehl!), sollte nicht übermäßig viel Zeit auf die rechnerische Lösung verwendet werden. Eine schöne Möglichkeit, Geraden und Ebenen in Parameterform einzuführen besteht darin, beispielsweise mehrere Punkte eines Raumes (Abbildung in Lehrwerken) zu notieren, wobei das Beispiel so gewählt wird, dass sich nur eine Koordinate verändert. Diese wird dann durch einen Parameter ersetzt, so dass im Prinzip die Parameterform vorliegt. Auf diese Weise kann auch z.B. eine rückwärtige Wand oder die Decke als Ausschnitte von Ebenen beschrieben werden. Die Einschränkung der Definitionsmenge der Parameter führt dann zu Strecken bzw. Flächen. Eine gegenüber der Berechnung von Durchstoßpunkten von Geraden und Ebenen fortgeschrittene Aufgabe ist die nachfolgende Entscheidung, ob der Schnittpunkt innerhalb einer bestimmten Fläche liegt.

7) Unterrichtsvorhaben: Ebenen in Koordinaten- und Normalenform; Abstands- und Winkelprobleme (nur LK)

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen	Vorhabenbezogene Absprachen
Normalengleichung und Koordinatengleichung - Ebenen in Koordinatenform darstellen, - Ebenen in Normalenform darstellen und diese zur Orientierung im Raum nutzen **Lagebeziehungen** Ebenen in Normalenform darstellen und diese zur Orientierung im Raum nutzen **Abstand zu einer Ebene** Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen bestimmen **Abstand eines Punktes von einer Geraden** Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen bestimmen **Abstand windschiefer Geraden** Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen bestimmen **Schnittwinkel** mithilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum untersuchen (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung)	**Problemlösen** *Erkunden* wählen heuristische Hilfsmittel (z. B. Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren) aus, um die Situation zu erfassen *Lösen* Ideen für mögliche Lösungswege entwickeln Werkzeuge auswählen, die den Lösungsweg unterstützen, heuristische Strategien und Prinzipien (z. B. [...]Darstellungswechsel, Zerlegen und Ergänzen, Symmetrien verwenden, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Fallunterscheidungen, Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten, […])nutzen, einen Lösungsplan zielgerichtet ausführen, *Reflektieren* verschiedene Lösungswege bezüglich Unterschieden und Gemeinsamkeiten vergleichen, Lösungswege mit Blick auf Richtigkeit und Effizienz beurteilen und optimieren, Ursachen von Fehlern analysieren und reflektieren. **Kommunizieren** *Produzieren* die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang verwenden, begründet eine geeignete Darstellungsform auswählen, Arbeitsschritte nachvollziehbar dokumentieren, Ausarbeitungen erstellen und präsentieren *Diskutieren* ausgearbeitete Lösungen hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität vergleichen und beurteilen. **Werkzeuge nutzen** *Digitale Werkzeuge nutzen zum* - Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen, - Darstellen von Objekten im Raum	Der Abstand zwischen Punkt und Ebene soll zunächst mit Hilfsgerade und Fußpunkt ermittelt werden, eine schöne Aufgabe, bei der Schülerinnen und Schüler einen komplexeren Lösungsweg finden und eine informative Skizze einsetzen können. Dies wird ausgeweitet zu der üblichen Spiegelungsproblematik. Die beiden Abstandsprobleme Punkt – Gerade und Gerade – Gerade sind ebenfalls hervorragend zur Schulung von Problemlösefähigkeiten geeignet. Wenn Zeit bleibt, kann der Abstand zwischen Punkt und Gerade auch mithilfe des Satzes von Pythagoras und analytischen Hilfsmitteln behandelt werden, so dass eine Brücke zur Analysis geschlagen wird. Aus ökonomischen Gründen lernen Schülerinnen und Schüler, wie man diesen Abstand auch mit der Hesseschen Normalenform berechnen kann. Dabei kann man gut an der geometrischen Bedeutung des Skalarprodukts anknüpfen. Zur Berechnung eines Normalenvektors verwenden Schülerinnen und Schüler das Vektorprodukt. Dies kann auch genutzt werden, um Flächeninhalte von Parallelogrammen und Dreiecken oder Rauminhalte vom Spat oder der Pyramide zu berechnen.

8) Unterrichtsvorhaben: Kenngrößen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Binomialverteilung, Sigmaregeln

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen	Vorhabenbezogene Absprachen
Daten darstellen und durch Kenngrößen beschreiben Lage- und Streumaße von Stichproben untersuchen **Erwartungswert und Standardabweichung von Zufallsgrößen** - den Begriff der Zufallsgröße an geeigneten Beispielen erläutern, - den Erwartungswert μ und die Standardabweichung σ von Zufallsgrößen bestimmen und damit prognostische Aussagen treffen **Bernoulli-Experimente, Binomialverteilung** - Bernoulliketten zur Beschreibung entsprechender Zufallsexperimente verwenden, - die Binomialverteilung erklären und damit Wahrscheinlichkeiten berechnen, - die kombinatorische Bedeutung der Binomialkoeffizienten erklären (LK) **Sigmaregeln** - den Einfluss der Parameter n und p auf Binomialverteilungen und ihre graphische Darstellung beschreiben, - die Sigma-Regeln für prognostische Aussagen nutzen (LK)	**Modellieren** *Strukturieren* zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf konkrete Fragestellungen erfassen und strukturieren, Annahmen treffen und begründet Vereinfachungen einer realen Situation vornehmen, *Mathematisieren* zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle übersetzen, mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells erarbeiten, *Validieren* die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation beziehen, die Angemessenheit aufgestellter […] Modelle für die Fragestellung beurteilen, **Problemlösen** *Erkunden* Fragen zu einer gegebenen Problemsituation finden und stellen, *Reflektieren* die Plausibilität von Ergebnissen überprüfen, Ergebnisse vor dem Hintergrund der Fragestellung interpretieren **Kommunizieren** *Diskutieren* zu mathematikhaltigen, auch fehlerbehafteten Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung nehmen, Entscheidungen auf der Grundlage fachbezogener Diskussionen herbeiführen **Werkzeuge nutzen** *Digitale Werkzeuge nutzen zum* - Ermitteln der Kennzahlen statistischer Daten, - Variieren der Parameter von Wahrscheinlichkeitsverteilungen, - Berechnen der Kennzahlen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen, - Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei binomial-verteilten Zufallsgrößen	Zunächst werden die Begriffe Zufallsvariable, Wahrscheinlichkeitsverteilung sowie Erwartungswert aus dem vierten Unterrichtsvorhaben aus der Eph. wiederholt. Dies ist zum Beispiel im Glücksspielkontext gut möglich. Außerdem bieten sich Erwartungswertbetrachtungen bei dreimaligem Ziehen mit und ohne Zurücklegen an, denn die dabei wiederholten Pfadregeln sind unverzichtbar für das Verständnis der Binomialverteilung. Neu hinzu kommen die Kenngrößen Varianz und Standardabweichung, mit denen man in der Glücksspielthematik einen Zusammenhang zur Risikofreude des Spielers herstellen kann. Das Verständnis der Standardabweichung als ein Maß der „Breite“ der Verteilung ist notwendig, um die Stimmigkeit der Sigmaregeln einzusehen und für den LK um die Wirkung des Parameters σ bei der Normalverteilung einzusehen. Im Leistungskurs soll verstärkt auf die Unterschiede der Modelle „Ziehen mit Zurücklegen“ (z.B. praktisch vorhanden bei sehr großer Grundgesamtheit) und „Ziehen ohne Zurücklegen“ (z.B. in einer Kiste sind 20 Handys, 8 defekt und es werden 4 Handys entnommen) eingegangen werden. Eine wirkungsvolle Deutung des Binomialkoeffizienten $\binom{n}{k}$ ist die Anzahl der Möglichkeiten, k Kreuze in n Felder zu setzen. Wenn man ein Kreuz mit „gehe in einem Baumdiagramm nach unten“ und ein Feld mit einer Stufe des Baumdiagramms identifiziert, ist der Bezug zur Binomialverteilung gegeben. In diesem Unterrichtsvorhaben sollen Schülerinnen und Schüler natürlich auch befähigt werden, Wahrscheinlichkeiten binomialverteilter Zufallsgrößen mit der Spezialfunktion des Graphikrechners zu ermitteln.

9) Unterrichtsvorhaben: Stochastische Prozesse mit Matrizen beschreiben und voraussagen

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen	Vorhabenbezogene Absprachen
Stochastische Prozesse - Stochastische Matrizen stochastische Prozesse mithilfe von Zustandsvektoren und stochastischen Übergangsmatrizen beschreiben **Matrizen multiplizieren und Grenzverhalten bestimmen** die Matrizenmultiplikation zur Untersuchung stochastischer Prozesse verwenden (Vorhersage nachfolgender Zustände, numerisches Bestimmen sich stabilisierender Zustände)	**Modellieren** *Strukturieren* Annahmen treffen und begründet Vereinfachungen einer realen Situation vornehmen, *Mathe-matisieren* einem mathematischen Modell verschiedene passende Sachsituationen zuordnen **Problemlösen** *Erkunden* eine gegebene Problemsituation analysieren und strukturieren, heuristische Hilfsmittel auswählen, um die Situation zu erfassen, Muster und Beziehungen erkennen **Werkzeuge nutzen** *Digitale Werkzeuge nutzen zum* Durchführen von Operationen mit Vektoren und Matrizen Die Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge reflektieren und begründen.	Im Vergleich zum Vorgänger-Lehrplan ist die Grundlage der zu betrachtenden Matrizen auf stochastische Matrizen eingeschränkt worden. Schülerinnen und Schüler sollen stochastische Übergangsmatrizen aus einem Text oder einem Übergangsgraphen aufstellen können. Als Anwendung von linearen Gleichungssystemen kann eine Vorverteilung (optional) bestimmt werden. Mit dem „Rref-Befehl“ erhalten die Schülerinnen und Schüler ein mächtiges Werkzeug, um stabile Verteilungen zu bestimmen. Optional können zyklische Matrizen thematisiert werden, damit Schülerinnen und Schüler Beispiele für Systeme erhalten, die nicht gegen einen stabilen Zustand konvergieren.

10) Unterrichtsvorhaben: Testen von Hypothesen (nur LK)		
Inhaltsbezogene Kompetenzen	**Prozessbezogene Kompetenzen**	**Vorhabenbezogene Absprachen**
Zweiseitiger Signifikanztest Hypothesentests bezogen auf den Sachkontext und das Erkenntnisinteresse interpretieren **Einseitiger Signifikanztest** Hypothesentests bezogen auf den Sachkontext und das Erkenntnisinteresse interpretieren **Fehler beim Testen von Hypothesen** Fehler 1. und 2. Art beschreiben und beurteilen	**Modellieren** *Strukturieren* zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf konkrete Fragestellungen erfassen und strukturieren *Mathematisieren* zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle übersetzen, mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells erarbeiten. **Problemlösen** *Erkunden* Fragen zu einer gegebenen Problemsituation finden und stellen, *Reflektieren* die Plausibilität von Ergebnissen überprüfen, Ergebnisse vor dem Hintergrund der Fragestellung interpretieren Ursachen von Fehlern analysieren und reflektieren Fragestellungen auf dem Hintergrund einer Lösung variieren **Argumentieren** *Beurteilen* lückenhafte Argumentationsketten erkennen und vervollständigen, fehlerhafte Argumentationsketten erkennen und korrigieren, überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können, Argumentationsketten hinsichtlich ihrer Reichweite und Übertragbarkeit beurteilen **Kommunizieren** *Diskutieren* zu mathematikhaltigen, auch fehlerbehafteten Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung nehmen, Entscheidungen auf der Grundlage fachbezogener Diskussionen herbeiführen	In diesem Unterrichtsvorhaben sollen Schülerinnen und Schüler befähigt werden, zu berechnen, ab wann eine Abweichung von einem erwarteten Ergebnis als signifikant anzusehen ist. Dabei kann man zwei Sorten Fehler begehen: Man kann eine richtige Nullhypothese zu Unrecht ablehnen (Fehler 1. Art) oder eine falsche Nullhypothese nicht als falsch erkennen (Fehler 2. Art). Schülerinnen und Schüler lernen, dass es nicht möglich ist, beide Fehler gleichzeitig zu verkleinern, wenn man nicht eine Erhöhung der Stichprobenanzahl in Kauf nimmt. Die Darstellung der Verteilung der Zufallsgröße – vorausgreifend als Form der Gaußschen Glockenkurve – ist unerlässlich für das Verständnis von Nullhypothese, Gegenhypothese, und der beiden Fehler. Im Gegensatz zu den Standardaufgaben des vorangegangenen Unterrichtsvorhabens wird hier nicht zu gegebenen Grenzen eine Wahrscheinlichkeit berechnet, sondern umgekehrt zu gegebenen Wahrscheinlichkeiten Grenzen (des Ablehnungsbereiches). Da der Grafikrechner diese Aufgabe unterstützt (Menü Statistik – DIST – BINOMIAL – INVB) entfällt die Erklärung der Arbeit mit Papierlisten. Je nach Interesse des Fragestellers werden unterschiedliche Hypothesen geprüft. Ein Beispiel dafür ist in der Haupttermin-Aufgabe des Zentralabiturs 2007 zu finden.

11) Unterrichtsvorhaben: Die Normalverteilung: Verknüpfung von Analysis mit der Wahrscheinlichkeitsrechnung (nur LK)		
Inhaltsbezogene Kompetenzen	**Prozessbezogene Kompetenzen**	**Vorhabenbezogene Absprachen**
Stetige Zufallsgrößen: Verknüpfung der Integralrechnung und der Wahrscheinlichkeitsrechnung diskrete und stetige Zufallsgrößen unterscheiden und die Verteilungsfunktion als Integralfunktion deuten **Die Analysis der Gaußschen Glockenfunktion** den Einfluss der Parameter μ und σ auf die Normalverteilung beschreiben und die graphische Darstellung ihrer Dichtefunktion (Gauß'sche Glockenkurve) **Normalverteilung, Satz von de Moivre-Laplace** stochastische Situationen untersuchen, die zu annähernd normalverteilten Zufallsgrößen führen	**Modellieren** *Strukturieren* zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf konkrete Fragestellungen erfassen und strukturieren *Mathematisieren* zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle übersetzen, mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells erarbeiten. **Problemlösen** *Erkunden* Fragen zu einer gegebenen Problemsituation finden und stellen *Reflektieren* die Plausibilität von Ergebnissen überprüfen, Ergebnisse vor dem Hintergrund der Fragestellung interpretieren Ursachen von Fehlern analysieren und reflektieren **Kommunizieren** *Diskutieren* zu mathematikhaltigen, auch fehlerbehafteten Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung nehmen, Entscheidungen auf der Grundlage fachbezogener Diskussionen herbeiführen **Werkzeuge nutzen** *Digitale Werkzeuge nutzen zum* Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei normalverteilten Zufallsgrößen	Größen, Gewichte, der Intelligenzquotient oder Fehler bei der Fertigung von Verbindungselementen sind Beispiele für Zufallsgrößen, die theoretisch reellwertig, also stetig sind. Bei diesen Beispielen können Wahrscheinlichkeiten mithilfe der Normallverteilung berechnet werden. Damit die Normalverteilung zu der jeweiligen Zufallsgröße passt, müssen die beiden Parameter μ und σ variiert werden. Hierbei werden Elemente des Themengebiets *Transformationen* wiederholt. Mit der Berechnung von Eigenschaften des Graphen der Normalverteilung werden ebenfalls Elemente der Analysis wiederholt. Um zu zeigen, dass die Normalverteilung nicht nur zur Beschreibung der Verteilung bestimmter stetiger Zufallsgrößen geeignet ist, sondern auch zur Annäherung der Binomialverteilung, wird auf die Variation der Parameter n und p und deren Auswirkung auf die graphisch ausgewertete Gestalt der Verteilung aus Unterrichtsvorhaben 8.1 zurückgegriffen.

2.3 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

Unter Berücksichtigung des Schulprogramms und des Konzeptes des Lessing-Gymnasiums für die Oberstufe hat die Fachkonferenz Mathematik die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. In diesem Zusammenhang beziehen sich die Grundsätze 1 bis 15 auf fächerübergreifende Aspekte, die auch Gegenstand der Qualitätsanalyse sind, die Grundsätze 16 bis 26 sind fachspezifisch angelegt.

Überfachliche Grundsätze:

1) Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
2) Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Schüler/innen.
3) Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
4) Medien und Arbeitsmittel sind schülernah gewählt.
5) Die Schüler/innen erreichen einen Lernzuwachs.
6) Der Unterricht fördert eine aktive Teilnahme der Schüler/innen.
7) Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Schülern/innen und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
8) Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Schüler/innen.
9) Die Schüler/innen erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
10) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Partner- bzw. Gruppenarbeit.
11) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
12) Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
13) Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
14) Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.
15) Wertschätzende Rückmeldungen prägen die Bewertungskultur und den Umgang mit Schülerinnen und Schülern.

Fachliche Grundsätze:

16) Im Unterricht werden fehlerhafte Schülerbeiträge produktiv im Sinne einer Förderung des Lernfortschritts der gesamten Lerngruppe aufgenommen.
17) Der Unterricht ermutigt die Lernenden dazu, auch fachlich unvollständige Gedanken zu äußern und zur Diskussion zu stellen.
18) Die Bereitschaft zu problemlösenden Arbeiten wird durch Ermutigungen und Tipps gefördert und unterstützt.

19) Die Einstiege in neue Themen erfolgen grundsätzlich mithilfe sinnstiftender Kontexte, die an das Vorwissen der Lernenden anknüpfen und deren Bearbeitung sie in die dahinter stehende Mathematik führt.

20) Es wird genügend Zeit eingeplant, in der sich die Lernenden neues Wissen aktiv konstruieren und in der sie angemessene Grundvorstellungen zu neuen Begriffen entwickeln können.

21) Durch regelmäßiges wiederholendes Üben werden grundlegende Fertigkeiten „wachgehalten“.

22) Im Unterricht werden an geeigneter Stelle differenzierende Aufgaben (z. B. „Blütenaufgaben“) eingesetzt.

23) Die Lernenden werden zu regelmäßiger, sorgfältiger und vollständiger Dokumentation der von ihnen bearbeiteten Aufgaben angehalten.

24) Im Unterricht wird auf einen angemessenen Umgang mit fachsprachlichen Elementen geachtet.

25) Digitale Medien werden regelmäßig dort eingesetzt, wo sie dem Lernfortschritt dienen.

2.4 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Es sind grundsätzlich die allgemein verbindlichen Vorgaben in § 48 SchulG, § 6 APO-SI und §§ 13-17 APO-GOSt sowie die fachspezifisch verbindlichen Vorgaben in den gültigen Lehrplänen für das Fach Mathematik zu beachten: · Kernlehrplan Mathematik Sek I G8, 2007 bzw. G9, 2019 · Kernlehrplan Mathematik Sek II (2013)

2.4.1 Kompetenzbereiche

Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die gesamte Breite des Faches. Diese wird für die Klassen 5 bis 9 in den beiden Kompetenzbereichen des Kernlehrplans dargelegt:

Inhaltsbezogene Kompetenzen	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Arithmetik/Algebra	Argumentieren und Kommunizieren
Funktionen	Problemlösen
Geometrie	Modellieren
Stochastik	Werkzeuge

Diese Auffaltung unterschiedlicher Kompetenzen und Inhaltsbereiche wird für die gymnasiale Oberstufe übertragen.

2.4.2 Klausuren

Zusätzlich zu den o.g. Punkten (Sek. I) gilt:

- In der Eph. darf die für das Abitur gültige Formelsammlung verwendet werden. Damit sich die Schülerinnen und Schüler an die Arbeit mit der Formelsammlung gewöhnen, sollte sie spätestens bei der dritten Klausur als Hilfsmittel erlaubt sein.
- In der Einführungsphase wird der grafikfähige Taschenrechner angeschafft. Im Laufe der Oberstufe wird der Umfang seiner Spezialfunktionen, die in Klausuren verwendet werden dürfen, von dem Fachlehrer gemäß seiner didaktischen Intention sukzessive erweitert. Der Fachlehrer teilt den Schülerinnen und Schülern mit, welche dieser Funktion verwendet werden dürfen.
- Teilaufgaben werden in zunehmendem Maße mithilfe der im Abitur gültigen Operatoren formuliert.
- Es wird empfohlen, in Klausuren einen Aufgabenteil zu konstruieren, der hilfsmittelfrei (d.h. ohne Formelsammlung und ohne Taschenrechner) zu lösen ist. Dadurch werden die Schülerinnen und Schüler auf die hilfsmittelfreien Teile in der Zentralen Klausur am Ende der Einführungsphase und im Zentralabitur vorbereitet.
- Abweichend vom Raster der Sek. I gilt als Anhaltspunkt der Zuordnung von Rohpunkten zu Noten:

		Eph. (in %)		Q1 und Q2 (in %)	
15	1+	96	100	95	100
14	1	91,5	95,5	90	94,5
13	1-	87	91	85	89,5
12	2+	82,5	86,5	80	84,5
11	2	78	82	75	79,5
10	2-	73,5	77,5	70	74,5
9	3+	69	73	65	69,5
8	3	64,5	68,5	60	64,5
7	3-	60	64	55	59,5
6	4+	55	59,5	50	54,5
5	4	50	54,5	45	49,5
4	4-	45	49,5	39	44,5
3	5+	37	44,5	33	38,5
2	5	28,5	36,5	27	32,5
1	5-	20	28	20	26,5
0	6	0	19	0	19

Die Zuordnung der Noten zu den Rohpunkten muss auch in der Sek II nicht starr gehandhabt werden.

- Facharbeiten ersetzen die 3. Klausur in der Q1. Bewertungskriterien für Facharbeiten sind: Übersichtlichkeit im Aufbau der Arbeit, themengerechte Gliederung, Schlüssigkeit der Gedankenführung, Umfang und Tiefe der Arbeit, richtige Gewichtung einzelner Aspekte, Eigenständigkeit (bei der Auswahl des Themas; in der Arbeitsphase, die z.B. in den Beratungsgesprächen sichtbar wird; bei verwendeten Beispielen) und die Eignung der ausgesuchten Quellen. Sowie: äußerer Gesamteindruck (z.B. Arbeit mit dem Formeleditor), sprachliche Korrektheit, formale Exaktheit. Besonders wichtig ist es, dass die Schülerin bzw. der Schüler deutlich macht, dass die Inhalte der erstellten Arbeit auch wirklich verstanden wurden. Um dies festzustellen, kann die betreuende Lehrkraft ein Gespräch über die Facharbeit führen. Um die Transparenz in der Notengebung zu steigern entwickelte die Fachschaft Mathematik einen kriterialen Bewertungsbogen.

2.4.3 Sonstige Leistungen/Sonstige Mitarbeit

- Im Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit/Leistungen“ sind alle Leistungen zu werten, die eine Schülerin bzw. ein Schüler im Zusammenhang mit dem Unterricht mit Ausnahme der Klassenarbeiten/Klausuren und der Facharbeit (Sek II) erbringt. Dazu gehören Beiträge zum Unterrichtsgespräch, die Mitarbeit in Partner- und Gruppenarbeit und in Projekten, in den Unterricht eingebrachte Hausaufgaben, Leistungen bei Präsentationen, in Protokollen und in schriftlichen Übungen.
- Die Bewertung der Sonstigen Mitarbeit/Sonstigen Leistungen erfolgt kriterial geleitet und transparent. Zentrale Aspekte sind Qualität, Quantität und Kontinuität der Mitarbeit/Leistungen; folgende Kriterien finden Anwendung:
    - Grad der Kompetenzausprägung in den Kompetenzbereichen des Faches
    - Problemverständnis
    - Grad des zielgerichteten Beitragens zur Problemlösung/Bearbeitung der Aufgabe
    - Anteil von Reproduktion, Anwendung und Transfer, Umfang der Eigentätigkeit und Grad der Selbstständigkeit, Urteilsfähigkeit
    - Fähigkeit zu zusammenhängender und nachvollziehbarer Darstellung, Sicherheit in fachlicher Terminologie
    - Maß an Zuverlässigkeit, Ausdauer, Konzentration, Selbstbeherrschung und Ernsthaftigkeit im Sinne der zielstrebigen Aufgabenbewältigung
    - Team- und Kooperationsfähigkeit

- Der Einsatz des Rasters der Anlage (auch als Selbstbeurteilungsbogen zu verwenden) soll den Schülerinnen und Schülern helfen, ihren Lernprozess kriterial geleitet zu reflektieren und im Dialog mit der Lehrerin oder dem Lehrer zu verbessern.

5. Bildung der Zeugnisnote

- Gewichtung von Klassenarbeiten/Klausuren und Sonstiger Mitarbeit/Sonstigen Leistungen: in etwa 50 : 50
- Ergebnisse der Lernstandserhebungen dürfen nicht zur Notenfindung herangezogen werden.
- Eine rein rechnerische Bildung der Zeugnisnote ist unzulässig; es bleibt ein pädagogischer Spielraum (u.a. Berücksichtigung der Gesamtentwicklung der Schülerin bzw. des Schülers im Halb-/Schuljahr).
- Bildung der Jahresnote (Zeugnisnote im Sommer) in der Sek I: Die Leistung im ersten Halbjahr fließt in angemessenen Umfang mit ein.

Anlage: Bewertung der *Sonstigen Leistungen* im Fach Mathematik

Das folgende Raster konkretisiert die Vereinbarungen zur Bewertung der Sonstigen Mitarbeit am Lessing-Gymnasium und berücksichtigt die *Bewertungsmaßstäbe in der Sonstigen Mitarbeit im Unterricht der Sek. II*, beschlossen auf der Lehrerkonferenz vom 04.11.2009.

Note	Beschreibung
1	• Meine Beteiligung am Mathematikunterricht zeichnet sich durch eine ständige, freiwillige, konzentrierte und sorgfältige Mitarbeit aus. • Den Unterricht bringe ich häufig durch Beiträge voran, die auch über das momentane Unterrichtsthema hinausgehen. Meine Beiträge und Fragen zum Thema bringen den Unterricht voran. Meine Beiträge erfolgen in mehreren zusammenhängenden Sätzen, die eine selbstständige, differenzierte und produktive Antwort beinhalten. • Ich arbeite mit meinen Mitschüler/-innen zusammen und beziehe regelmäßig ihre Überlegungen mit ein. Ich gebe meinen Mitschülern sehr häufig Hilfe. • Ich erfasse auch schwierige mathematische Sachverhalte, indem ich Vermutungen zu Problemen äußere, Lösungsvorschläge von Mitschülern sinnvoll weiterdenke und Probleme in größere Zusammenhänge einordne. Ich suche aus eigener Initiative nach weiteren konstruktiven Vorschlägen zur Untersuchung und Lösung mathematischer Probleme. • Ich verfüge über fundierte und auch weiter zurückliegende Inhalte übergreifende Fachkenntnisse, was sich auch durch eine souveräne Anwendung der Fachsprache zeigt. • Ich beteilige mich bei der Durchführung von Gruppenarbeiten in tragender und steuernder Funktion und führe die anschließende Dokumentation sehr sorgfältig durch. • Meine Hausaufgaben erledige ich gewissenhaft und mein Mathematikheft ist vollständig und sehr übersichtlich. • Die Aufgaben sind ordentlich bearbeitet, formal richtig und sehr übersichtlich im Heft notiert. Ich trage meine Ergebnisse in fachlich überzeugender Weise vor. • Unterrichtsinhalte habe ich nachgearbeitet bzw. vorbereitet. • Meine Leistung in schriftlichen Beiträgen (z.B. Test) entspricht den Anforderungen im besonderen Maße.
2	• Meine Beteiligung am Mathematikunterricht zeichnet sich durch eine regelmäßige, freiwillige, konzentrierte und sorgfältige Mitarbeit aus. • Den Unterricht bereichere ich gelegentlich durch Beiträge, die auch über das momentane Unterrichtsthema hinausgehen. Meine Beiträge und Fragen zum Thema bringen den Unterricht voran. Meine Beiträge erfolgen in mehreren zusammenhängenden Sätzen, die meistens eine selbstständige, differenzierte und produktive Antwort beinhalten. • Ich arbeite mit meinen Mitschüler/-innen zusammen und beziehe regelmäßig ihre Überlegungen mit ein. Ich gebe meinen Mitschülern häufig Hilfe. • Ich erfasse auch komplexe mathematische Sachverhalte, indem ich Vermutungen zu Problemen äußere und Lösungsvorschläge von Mitschülern sinnvoll weiterdenke. • Ich verfüge über fundierte und übergreifende Fachkenntnisse, was sich auch durch eine souveräne Anwendung der Fachsprache zeigt.

	• Ich beteilige mich bei der Durchführung von Gruppenarbeiten, oft in tragender und steuernder Funktion, und führe die anschließende Dokumentation sorgfältig durch. • Meine Hausaufgaben erledige ich gewissenhaft. • Mein Mathematikheft ist vollständig und übersichtlich. Die Aufgaben sind ordentlich bearbeitet und formal richtig im Heft notiert. Ich trage meine Ergebnisse vor. • Unterrichtsinhalte habe ich nachgearbeitet bzw. vorbereitet. • Meine Leistung in schriftlichen Beiträgen (z.B. Test) entspricht den Anforderungen im vollen Maße.
Note	Beschreibung
3	• Ich melde mich freiwillig und regelmäßig. Ich arbeite meist konzentriert im Unterricht mit. Meine Mitarbeit geht über das Vortragen von Hausaufgaben und Ergebnissen von Stillarbeitsphasen hinaus. • Meine Beiträge erfolgen in mehreren zusammenhängenden Sätzen, die eine selbstständige, häufiger reproduktive Antwort beinhalten. • Ich erfasse – manchmal mit Hilfe – die besprochenen Probleme und mathematischen Sachverhalte. • Ich verfüge über Fachkenntnisse über das gesamte behandelte Stoffgebiet. Meine Fachsprache wird weitgehend korrekt verwendet. • Ich beteilige mich bei der Durchführung von Gruppenarbeiten und führe die anschließende Dokumentation durch. • Ich mache meine Hausaufgaben. • Mein Mathematikheft ist vollständig und übersichtlich. • Unterrichtsinhalte habe ich fast immer nachgearbeitet bzw. vorbereitet. • Meine Leistung in schriftlichen Beiträgen (z.B. Test) entspricht im Allgemeinen den Anforderungen.
4	• Ich zeige nur punktuelle Mitarbeit und bin auch öfters abgelenkt. Wenn ich bei Wiederholungsfragen angesprochen werde, kann ich meistens richtig antworten. • Meine Beiträge erfolgen manchmal in zusammenhängenden Sätzen, die eher reproduktive oder beschreibende Antworten beinhalten. • Ich erfasse mathematischen Sachverhalte. Ich benötige dabei häufig Hilfe. • Ich verfüge über grundlegende Fachkenntnisse. Ich verwende die Fachsprache gelegentlich korrekt. • Ich beteilige mich bei der Durchführung von Gruppenarbeiten. • Ich mache regelmäßig meine Hausaufgaben und mein Mathematikheft ist weitgehend vollständig, z.T. aber unordentlich und unübersichtlich. • Meine schriftlichen Beiträge (z.B. Test) haben zwar Mängel, die Leistung entspricht aber im Ganzen noch den Anforderungen.
5	• Ich arbeite selten im Unterricht mit und bin auch häufiger abgelenkt. Auch die Antwort auf Wiederholungsfragen fällt mir schwer. • Meine Beiträge sind unterrichtlich kaum zu verwerten. • Ich erfasse ab und zu mathematische Sachverhalte und benötige viel Hilfe. • Ich kann die Fachsprache häufig nicht sinnvoll verwenden. Meine Fachkenntnisse besitzen deutliche Lücken. • Bei der Durchführung von Gruppenarbeiten lasse ich häufig die anderen arbeiten und schreibe selbst nur mit.

	• In meinem Mathematikheft sind nicht immer die Aufgaben vollständig bearbeitet. • Meine Leistung in schriftlichen Beiträgen (z.B. Test) entspricht nicht den Anforderungen, lässt jedoch erkennen, dass die notwendigen Grundkenntnisse vorhanden
6	• Eigentlich weiß ich gar nicht, worum es im Mathematikunterricht geht. Ich kann gestellte Aufgaben nicht bearbeiten, da mir grundlegende Voraussetzungen fehlen. • Bei der Durchführung von Gruppenarbeiten lasse ich die anderen arbeiten.

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung:

Die Leistungsrückmeldung erfolgt in mündlicher und/oder schriftlicher Form.

- Die Schülerinnen und Schüler erhalten regelmäßig Leistungsrückmeldungen zur individuellen Förderung. Dabei werden insbesondere Schwerpunkte der Weiterentwicklung aufgezeigt und mögliche Wege zum Erreichen der daraus abgeleiteten Ziele mit der Schülerin/dem Schüler vereinbart.
- Kurzfristige Rückmeldung kann in einem Gespräch mit einzelnen Schülerinnen oder Schülern in zeitlicher Nähe zu beobachtetem Verhalten oder erbrachten Leistungen erfolgen.
- In Rückmeldungen zu Leistungsbeobachtungen über längere Zeiträume sind die erbrachten Leistungen und die Entwicklung der einzelnen Schülerin/des einzelnen Schülers miteinzubeziehen.
- Erziehungsberechtigte werden nach Bedarf in die Gespräche zur Leistungsrückmeldung eingebunden.
- Am Ende eines ersten Halbjahres erhalten Schülerinnen und Schüler mit nicht mehr ausreichenden Leistungen eine individuelle Lern- und Förderempfehlung, die auch in einem ausführlichen Gespräch unter Einbeziehung der Erziehungsberechtigten noch einmal erläutert wird. Dabei dient ein individueller Förderplan dazu, erkannte Lern- und Leistungsdefizite bis zur Versetzungsentscheidung zu beheben. Hierzu werden Maßnahmen zur Aufarbeitung fachlicher Inhalte vereinbart. Der individuelle Förderplan bezieht auch schulische Förderangebote ein und wird ggf. in Abstimmung mit anderen Fachlehrkräften erstellt.
- Erziehungsberechtigte können neben der Leistungsrückmeldung und Beratung im Rahmen des Elternsprechtages nach Absprache auch weitere individuelle Termine vereinbaren.

2.5 Lehr- und Lernmittel

Die Fachkonferenz hat sich in der Sekundarstufe II, Einführungsphase, für die Einführung des Lehrwerks Lambacher Schweizer - Ausgabe Nordrhein-Westfalen - Neubearbeitung / Einführungsphase: Schülerbuch mit Begleit-CD Gebundene Ausgabe – März 2014 entschieden.
Für die Qualifikationsphase nutzen wir ebenfalls den Lambacher-Schweizer – Ausgabe Nordrhein-Westfalen – Leistungskurs und Grundkurs, Mathematik Qualifikationsphase – 2017.

In der Bibliothek stehen außerdem weitere Lehrwerke zur Verfügung. Diese können insbesondere zur Recherche bei der Anfertigung einer Facharbeit genutzt werden.

Die Fachkonferenz hat sich für einen GTR der Firma Casio entschieden, das aktuelle Modell ist der CG 50.
Wir schätzen darüber hinaus das Softwareprogramm Geogebra als wichtiges digitales Werkzeug ein.

3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

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. An den in den vorangegangenen Kapiteln ausgewiesenen Stellen wird das Vorwissen aus diesen Kontexten aufgegriffen und durch die mathematische Betrachtungsweise neu eingeordnet. Der besonderen Rolle der Mathematik in den Naturwissenschaften soll dadurch Rechnung getragen werden, dass die Erkenntnis von Zusammenhängen mathematisiert werden kann.

Im Folgenden werden mögliche Kooperationen mit anderen Fachbereichen beschrieben. Diese haben zunächst experimentellen Charakter in dem Sinne, dass die Mathematikkolleginnen und -kollegen mit entsprechenden Zweitfächern die skizzierten Unterrichtsvorhaben - wenn möglich - initiieren. Die durchgeführten Projekte werden dann in den nachfolgenden Fachkonferenzen der Fachgruppe Mathematik vorgestellt und ggf. verbindlich festgeschrieben. An dieser Stelle seien aber auch die grundsätzlichen Bedenken aller Fachkolleginnen und Fachkollegen erwähnt, die angesichts der Fülle der obligatorischen Inhalte im Kernlehrplan Mathematik nur wenig Freiraum für zusätzliche Projekte in Kooperation mit anderen Fachbereichen sehen.

Im Rahmen des Unterrichtsvorhabens „Testergebnisse richtig interpretieren – Umgang mit bedingten Wahrscheinlichkeiten (E-S2)“ ist eine Kooperation mit dem Fachbereich Biologie möglich, in welchem die Durchführung eines ELISA-Test als modernes Testverfahren ebenfalls verbindlich vorgesehen ist.

Die Zusammenarbeit mit der Fachkonferenz Physik wirkt sich insbesondere auf gemeinsam verwendete Schreibweisen, aber auch auf die Bereitstellung von Experimentiermaterial aus, z.B. im Unterrichtsvorhaben „Unterwegs in 3D – Koordinatisierungen des Raumes (E-G1)“.

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

Eine Kooperation mit den Fächern Erdkunde und Sozialwissenschaften, in denen deskriptive Statistik und das Argumentieren mit Hypothesen im Sinne der beurteilenden Statistik eine Rolle spielt, kann gewinnbringend genutzt werden.

Der Mehrwert der grafikfähigen Taschenrechner wird fächerübergreifend durch die drei naturwissenschaftlichen Fachschaften genutzt. Im Fach Physik sind direkte Synergien in der Messwerterfassung und der Nutzung des GTR als Werkzeug zum Modellieren von Zusammenhängen erkannt und festgehalten worden. Ebenso berät die Fachschaft Mathematik vor allem die Fachschaft Chemie über sinnstiftende Einsatzmöglichkeiten des GTR.

Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit

Spätestens im ersten Halbjahr der Qualifikationsphase werden im Unterricht an geeigneten Stellen Hinweise zur Erstellung von Facharbeiten gegeben. Das betrifft u. a. Themenvorschläge, Hinweise zu den Anforderungen und zur Bewertung.

4 Qualitätssicherung und Evaluation

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „lebendes Dokument“ zu betrachten. Dementsprechend sind die Inhalte stetig zu überprüfen, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz (als professionelle Lerngemeinschaft) trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches bei.

Durch parallele Klausuren in den Grundkursen und Leistungskursen, durch Diskussion der Aufgabenstellung von Klausuren in Fachdienstbesprechungen und eine regelmäßige Erörterung der Ergebnisse von Leistungsüberprüfungen wird ein hohes Maß an fachlicher Qualitätssicherung erreicht.

Das schulinterne Curriculum ist bis auf Weiteres verbindlich. Jeweils vor Beginn eines neuen Schuljahres werden in einer Sitzung der Fachkonferenz für die nachfolgenden Jahrgänge zwingend erforderlich erscheinende Veränderungen diskutiert und ggf. beschlossen, um erkannten ungünstigen Entscheidungen schnellstmöglich entgegenwirken zu können.

5 Arbeitsstand

01.04.2020	Ms, Ew, Sz, Sv, Kä	Alles: Korrektur