

**Schulinterner Lehrplan  
des Nelly-Sachs-Gymnasiums  
zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe (Sek. II)**

**im Fach**

**Mathematik**

**(Stand: 18.01.2023)**

# Inhalt

<b>I Konzeption des Lehrplans</b>	<b>3</b>
I.1 Aufbau und Funktion des schulinternen Lehrplans	3
I.2 Umgang mit den Kompetenzen	4
I.3 Umgang mit den Unterrichtsvorhaben	4
<b>II Das Fach Mathematik am Nelly-Sachs-Gymnasium</b>	<b>5</b>
II.1 Stundentafel	5
II.2 Anzahl und Dauer der Leistungsüberprüfungen	5
II.3 Wettbewerbe	6
II.4 Hilfsmittel	6
<b>III Unterrichtsvorhaben</b>	<b>7</b>
III.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben	7
III.2 Übersicht über die Unterrichtsvorhaben	16
III.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben	17
<b>IV Grundsätze der Leistungsbewertung</b>	<b>61</b>
IV.1 Kriterien für Klausuren	61
IV.2 Kriterien für die Bewertung der sonstigen Mitarbeit	61
IV.3 Kriterien für die Bewertung der sonstigen Mitarbeit im Distanzlernen	63
IV.4 Kriterien für Facharbeiten	63
<b>V Grundsätze zu Funktionen von Hausaufgaben</b>	<b>65</b>
<b>VI Lehr- und Lernmittel</b>	<b>66</b>
<b>VII Qualitätssicherung und Evaluation</b>	<b>67</b>

# I Konzeption des Lehrplans

## I.1 Aufbau und Funktion des schulinternen Lehrplans

Die Fachkonferenzen des Nelly-Sachs-Gymnasiums setzen mit der Erstellung der sogenannten „schulinternen Lehrpläne“ die obligatorische Aufgabe um, die Kernlehrpläne (KLP) des Landes NRW, die die fachlichen Anforderungen und Rahmenbedingungen mit dem Ziel der Standardsicherung und Qualitätssicherung darstellen, unter Berücksichtigung des Schulprofils und schulspezifischer Lernbedingungen zu konkretisieren. Durch die schulinternen Lehrpläne werden die anvisierten Mindeststandards konkreten Unterrichtsvorhaben zugeordnet. Ziel ist es, so für Schüler\*innen sowie Eltern und Erziehungsberechtigten die fachlichen Anforderungen transparent zu machen, eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten sowie fachübergreifende und fächerverbindende Aspekte auszuweisen. Zudem stellen die schulinternen Lehrpläne die Basis für Evaluationsprozesse dar, deren Ergebnisse eine Grundlage für die Weiterentwicklung des Unterrichts bieten. Dies hat zur Folge, dass die schulinternen Lehrpläne als „dynamische Dokumente“ zu verstehen sind, die aufgrund von Unterrichtserfahrungen und fachdidaktischer Entwicklungsprozesse gegebenenfalls modifiziert werden.

Der schulinterne Lehrplan ist vorrangig an drei **Adressaten** gerichtet: **Lehrer\*innen, Schüler\*innen und Eltern und Erziehungsberechtigte**. Alle Beteiligte tragen sowohl konstituierend als auch in einer beratenden Funktion in den Fachkonferenzen mit ihrem Anteil zu der fachlichen Entwicklung sowie zur Lehrplanarbeit bei:

1. Der schulinterne Lehrplan organisiert die fachliche Arbeit im Unterricht der einzelnen Jahrgangsstufen und ist Arbeitsgrundlage zur Planung von Unterrichtsvorhaben für die **Lehrer\*innen**.
2. Der schulinterne Lehrplan bietet **Schüler\*innen** einen Überblick über Kenntnisse von Inhalte und Kompetenzen, die sie in den vermittelten Unterrichtsvorhaben erwerben sollen und bezieht so die Schüler\*innen in die Planung von Unterrichtsvorhaben und in den Erwerb von inhaltlichen Kenntnissen und Kompetenzen ein und stärkt somit die Eigenverantwortlichkeit.
3. Der schulinterne Lehrplan informiert **Eltern und Erziehungsberechtigte** über die fachliche Arbeit, die zu erwerbenden Kenntnisse und Kompetenzen ihrer Kinder und ermöglicht so einen tragfähigen Austausch zwischen Eltern und Lehrer\*innen/ Lehrenden über die schulische Arbeit.

Um die Verzahnung zwischen den Arbeitsschwerpunkten des Schulprogramms und der fachlichen Arbeit im Unterricht auszuweisen, enthält der Lehrplan farbliche Unterlegungen, die auf die Arbeitsschwerpunkte hinweisen.

- Erziehung zu Demokratie, Persönlichkeitsbildung und Verantwortungsübernahme (orange)
- Umweltschutz (grün)
- Medienerziehung (hellblau)
- Sucht- und Gewaltprävention (gelb)

Zusätzlich weist jedes Fach in den angegebenen Unterrichtsvorhaben die **Schwerpunktkompetenzen** aus, die in diesem Vorhaben vorrangig erworben werden sollen. Gleichzeitig werden in jedem Unterrichtsvorhaben auch weitere Kompetenzen und Inhalte vermittelt und vertieft.

Sie finden in den schulinternen Lehrplänen ebenso Informationen zu Klassenarbeits- und Klausurformaten, mündlichen Leistungsüberprüfungen, Dauer der Leistungsüberprüfung, Grundsätze zur Leistungsmessung sowie zur Funktion von Hausaufgaben und Informationen zu den an der Schule eingesetzten Lehr- und Lernmitteln.

## **I.2 Umgang mit den Kompetenzen**

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen abzudecken. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft den Schüler\*innen Lerngelegenheiten zu ermöglichen, sodass alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans von ihnen erfüllt werden können.

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

## **I.3 Umgang mit den Unterrichtsvorhaben**

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel III.1) wird die Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Sie ist laut Beschluss der Fachkonferenz verbindlich für die Unterrichtsvorhaben I bis IV der Einführungsphase und für die Unterrichtsphasen der Qualifikationsphase. Die zeitliche Abfolge der Unterrichtsvorhaben V bis VIII der Einführungsphase ist jeweils auf die Vorgaben der zentralen Klausur abzustimmen.

Das Übersichtsraster dient dazu, den Lehrkräften 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 (Kapitel III.3) 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 dieses schulinternen Lehrplans ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant.

Sowohl der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ als auch die Ausweisung „konkreter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel III.3) besitzen für alle Mitglieder der Fachkonferenz verbindlichen Charakter, damit vergleichbare Standards gewährleistet werden und Kurswechsel von Schülerinnen und Schülern sowie Lehrkraftwechsel möglichst reibungslos erfolgen können.

## II Das Fach Mathematik am Nelly-Sachs-Gymnasium

### II.1 Stundentafel

Jahrgangsstufe	Wochenstunden pro Halbjahr
EF	3
Q1 GK	3
Q1 LK	5
Q2 GK	3
Q2 LK	5

Zusätzlich wird in allen Stufen ein zweistündiger Vertiefungskurs in Mathematik angeboten und bei entsprechender Wahl durch Die Schüler\*innen eingerichtet.

### II.2 Anzahl und Dauer der Leistungsüberprüfungen

- **Anzahl:** In allen Jahrgangsstufen werden in jedem Halbjahr zwei Klausuren geschrieben, nur im zweiten Halbjahr der Jahrgangsstufe Q2 wird eine Klausur geschrieben. Jede Klausur enthält einen hilfsmittelfreien Teil.
- **Dauer der Klausur (in Minuten):**

	EF.1	EF.2	Q1.1	Q1.2	Q2.1		Q2.2
					1. Quartal	2. Quartal	
GK	90	90/100*	90	135	135	180	225
LK			135	180	225	225	270

\* zentrale Klausur

**Ab dem Abiturjahrgang 2024 gilt:**

	EF.1	EF.2	Q1.1	Q1.2	Q2.1		Q2.2
					1. Quartal	2. Quartal	
GK	90	90/100*	90	135	135	180	255**
LK			135	180	225	225	300**

\* zentrale Klausur

\*\* einschließlich Auswahlzeit

- **Dauer des hilfsmittelfreien Teils (in Minuten):**

	EF.1	EF.2	Q1.1	Q1.2	Q2.1		Q2.2
					1. Quartal	2. Quartal	
GK	20	20*	20 – 30	30 – 45	30 – 45	40 – 50	60
LK			30 – 45	40 – 50	45 – 60	45 – 60	70

\* zentrale Klausur

**Ab dem Abiturjahrgang 2024 gilt:**

	EF.1	EF.2	Q1.1	Q1.2	Q2.1		Q2.2
					1. Quartal	2. Quartal	
GK	20	20*	20 – 30	30 – 45	40 – 50	50 – 60	90**
LK			30 – 45	40 – 50	55 – 70	55 – 70	100**

\* zentrale Klausur

\*\* einschließlich Auswahlzeit

- **Facharbeit:** Gemäß Beschluss der Lehrerkonferenz wird die erste Klausur der Q1.2 für diejenigen Schülerinnen und Schüler, die eine Facharbeit im Fach Mathematik schreiben, durch diese ersetzt (vgl. § 14 Abs. 3 APO-GOSt).
- **Klausuren in der Q2.2:** Die Klausuren im letzten Halbjahr der Qualifikationsphase werden hinsichtlich der Aufgabenformate, des kriteriengeleiteten Bewertungssystems, der Aufgabenauswahl sowie der zeitlichen Vorgaben unter Abiturbedingungen geschrieben. Inhaltlich beziehen sie sich auf den Unterricht des vorangegangenen Kursabschnitts (vgl. VV 14.2.4 zu § 14 Abs. 3 APO-GOSt). Ab dem Schuljahr 2023/24 bedeutet das insbesondere, dass der hilfsmittelfreie Teil eine Auswahl entsprechend den Abiturvorgaben enthalten muss.

## II.3 Wettbewerbe

Schülerinnen und Schüler aller Klassen- und Jahrgangsstufen werden zur Teilnahme an den vielfältigen Wettbewerben im Fach Mathematik angehalten und, wo erforderlich, begleitet, z.B.:

- Känguru-Wettbewerb: verpflichtend für die Jgst. 5 und 6, freiwillig für alle anderen
- Mathematik-Wettbewerb des Rheinkreises Neuss
- Online-Team-Wettbewerb des Mathetreffs der Bezirksregierung Düsseldorf
- Bonner Mathematikturnier
- Macht Mathe
- Bundeswettbewerb Mathematik
- Schülerakademie des Landesverbandes Mathematikwettbewerbe NRW e. V. für besonders interessierte Schüler\*innen

## II.4 Hilfsmittel

In der Sekundarstufe I wird in der Jahrgangsstufe 7 der grafikfähige Taschenrechner TI-Nspire cx eingeführt. Dynamische Geometrie-Software und Tabellenkalkulation werden an geeigneten Stellen im Unterricht genutzt, der Umgang mit ihnen eingeübt. Dazu stehen in der Schule zwei PC-Unterrichtsräume, der Taschenrechner und ein mobiler Tabletswagen zur Verfügung. In der Sekundarstufe II kann deshalb davon ausgegangen werden, dass Die Schüler\*innen mit den grundlegenden Möglichkeiten dieser digitalen Werkzeuge vertraut sind.

### III Unterrichtsvorhaben

#### III.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

<b>Einführungsphase</b>	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Beschreibung der Eigenschaften von Funktionen und deren Nutzung im Kontext (E-A1)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Funktionen und Analysis (A)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Eigenschaften von Potenz-, Exponential- und Sinusfunktionen sowie quadratische und kubische Wurzelfunktionen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 15 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Von den Potenzfunktionen zu den ganzrationalen Funktionen (E-A2)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemlösen</li> <li>• Argumentieren</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Funktionen und Analysis (A)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften ganzrationaler Funktionen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 12 Std.</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate (E-A3)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemlösen</li> <li>• Argumentieren</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Funktionen und Analysis (A)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> Grundverständnis des Ableitungsbegriffs</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> 12 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Entwicklung und Anwendung von Kriterien und Verfahren zur Untersuchung von Funktionen (E-A4)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemlösen</li> <li>• Argumentieren</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Funktionen und Analysis (A)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> Differentialrechnung ganzrationaler Funktionen</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> 12 Std.</p>

<p><u>Unterrichtsvorhaben V:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Den Zufall im Griff – Modellierung von Zufallsprozessen (E-S1)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Stochastik (S)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> Mehrstufige Zufallsexperimente</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> 9 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben VI:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Testergebnisse richtig interpretieren – Umgang mit bedingten Wahrscheinlichkeiten (E-S2)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• Kommunizieren</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Stochastik (S)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> Bedingte Wahrscheinlichkeiten</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> 9 Std.</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben VII:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Unterwegs in 3D – Koordinatisierungen des Raumes (E-G1)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• Kommunizieren</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> Koordinatisierungen des Raumes</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> 6 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben VIII:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Vektoren bringen Bewegung in den Raum (E-G2)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemlösen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> Vektoren und Vektoroperationen</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> 9 Std.</p>
<p><b><u>Summe Einführungsphase: 84 Stunden</u></b></p>	



<b>Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS</b>	
<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-I:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Optimierungsprobleme (Q-GK-A1)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• Problemlösen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Funktionen und Analysis (A)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionen als mathematische Modelle</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 9 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-II:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Funktionen beschreiben Formen – Modellieren von Sachsituationen mit ganzrationalen Funktionen (Q-GK-A2)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfelder:</b> Funktionen und Analysis (A) Lineare Algebra (G)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionen als mathematische Modelle</li> <li>• Lineare Gleichungssysteme</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 15 Std.</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-III:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Von der Änderungsrate zum Bestand (Q-GK-A3)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunizieren</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Funktionen und Analysis (A)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundverständnis des Integralbegriffs</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 9 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-IV:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Von der Randfunktion zur Integralfunktion (Q-GK-A4)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Argumentieren</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Funktionen und Analysis (A)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integralrechnung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 12 Std.</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-V:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Von stochastischen Modellen, Zufallsgrößen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen und ihren Kenngrößen (Q-GK-S1)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Stochastik (S)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenngrößen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 6 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-VI:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Treffer oder nicht? – Bernoulliexperimente und Binomialverteilung (Q-GK-S2)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Stochastik (S)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Binomialverteilung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 9 Std.</p>

<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-VII:</u></p> <p><b>Thema:</b> Modellieren mit Binomialverteilungen (Q-GK-S3)</p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• Argumentieren</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Stochastik (S)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Binomialverteilung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 9 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-VIII:</u></p> <p><b>Thema:</b> Beschreibung von Bewegungen und Schattenwurf mit Geraden (Q-GK-G1)</p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte (Geraden)</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 9 Std.</p>
<p><b>Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS 78 Stunden</b></p>	

<b>Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS</b>	
<p><u>Unterrichtsvorhaben Q2-I:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Eine Sache der Logik und der Begriffe: Untersuchung von Lagebeziehungen (Q-GK-G3)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Argumentieren</li> <li>• Kommunizieren</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagebeziehungen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 6 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben Q2-II:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Lineare Algebra als Schlüssel zur Lösung von geometrischen Problemen (Q-GK-G2)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemlösen</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte (Ebenen)</li> <li>• Lineare Gleichungssysteme</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 9 Std.</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben Q2-III:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Räume vermessen – mit dem Skalarprodukt Polygone und Polyeder untersuchen (Q-GK-G4)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemlösen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalarprodukt</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 9 Std</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben Q2-IV:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Von Übergängen und Prozessen (Q-GK-S4)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• Argumentieren</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Stochastik (S)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stochastische Prozesse</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 9 Std.</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben Q2-V:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Natürlich: Exponentialfunktionen (Q-GK-A5)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemlösen</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Funktionen und Analysis (A)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortführung der Differentialrechnung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 6 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben Q2-VI:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Modellieren (nicht nur) mit Exponentialfunktionen (Q-GK-A6)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Funktionen und Analysis (A)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortführung der Differentialrechnung</li> <li>• Integralrechnung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 15 Std.</p>
<b>Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 54 Stunden</b>	

<b>Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS</b>	
<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-I:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Optimierungsprobleme (Q-LK-A1)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• Problemlösen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Funktionen und Analysis (A)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionen als mathematische Modelle</li> <li>• Fortführung der Differentialrechnung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 20 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-II:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Funktionen beschreiben Formen – Modellieren von Sachsituationen mit Funktionen (Q-LK-A2)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfelder:</b> Funktionen und Analysis (A) Lineare Algebra (G)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionen als mathematische Modelle</li> <li>• Lineare Gleichungssysteme</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 20 Std.</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-III:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Von der Änderungsrate zum Bestand (Q-LK-A3)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunizieren</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Funktionen und Analysis (A)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundverständnis des Integralbegriffs</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 10 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-IV:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Von der Randfunktion zur Integralfunktion (Q-LK-A4)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Argumentieren</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Funktionen und Analysis (A)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integralrechnung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 20 Std.</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-V:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Von stochastischen Modellen, Zufallsgrößen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen und ihren Kenngrößen (Q-LK-S1)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Stochastik (S)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenngrößen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 5 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-VI:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Treffer oder nicht? – Bernoulliexperimente und Binomialverteilungen (Q-LK-S2)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Stochastik (S)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Binomialverteilung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 10 Std.</p>

<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-VII:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Untersuchung charakteristischer Größen von Binomialverteilungen (Q-LK-S3)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemlösen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Stochastik (S)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Binomialverteilung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 5 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-VIII:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Signifikant und relevant? – Testen von Hypothesen (Q-LK-S5)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• Kommunizieren</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Stochastik (S)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Testen von Hypothesen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 10 Std.</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-IX:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Beschreibung von Bewegungen und Schattenwurf mit Geraden (Q-LK-G1)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte (Geraden)</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 10 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-X:</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Die Welt vermessen – das Skalarprodukt und seine ersten Anwendungen (Q-LK-G2)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemlösen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalarprodukt</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 10 Std.</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben Q1-XI</u></p> <p><b>Thema:</b> <i>Ebenen als Lösungsmengen von linearen Gleichungen und ihre Beschreibung durch Parameter (Q-LK-G3)</i></p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Argumentieren</li> <li>• Kommunizieren</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte (Ebenen)</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 10 Std.</p>	
<p><b>Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS 130 Stunden</b></p>	

<b>Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS</b>	
<p><u>Unterrichtsvorhaben Q2-I:</u></p> <p><b>Thema:</b> Lagebeziehungen und Abstandsprobleme bei geradlinig bewegten Objekten (Q-LK-G4)</p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Argumentieren</li> <li>• Kommunizieren</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagebeziehungen und Abstände (von Geraden)</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 10 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben Q2-II:</u></p> <p><b>Thema:</b> Natürlich: Exponentialfunktionen und Logarithmus (Q-LK-A5)</p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemlösen</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Funktionen und Analysis (A)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortführung der Differentialrechnung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 20 Std.</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben Q2-III</u></p> <p><b>Thema:</b> Modellieren (nicht nur) mit Exponentialfunktionen (Q-LK-A6)</p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Funktionen und Analysis (A)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortführung der Differentialrechnung</li> <li>• Integralrechnung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 20 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben Q2-IV:</u></p> <p><b>Thema:</b> Ist die Glocke normal? (Q-LK-S4)</p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• Problemlösen</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Stochastik (S)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normalverteilung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 10 Std.</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben Q2-V:</u></p> <p><b>Thema:</b> Von Übergängen und Prozessen (Q-LK-S6)</p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellieren</li> <li>• Argumentieren</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Stochastik (S)</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stochastische Prozesse</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 10 Std.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben Q2-VI:</u></p> <p><b>Thema:</b> Untersuchungen an Polyedern (Q-LK-G5)</p> <p><b>Zentrale Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemlösen</li> <li>• <b>Werkzeuge nutzen</b></li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagebeziehung und Abstände (von Ebenen)</li> <li>• Lineare Gleichungssysteme</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 10 Std.</p>

Unterrichtsvorhaben Q2-VII:

**Thema:** Strategieentwicklung bei geometrischen Problemsituationen und Beweisaufgaben (Q-LK-G6)

**Zentrale Kompetenzen:**

- Modellieren
- Problemlösen

**Inhaltsfeld:** Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- Verknüpfung aller Kompetenzen

**Zeitbedarf:** 10 Std.

**Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 90 Stunden**

### III.2 Übersicht über die Unterrichtsvorhaben

<b>E-Phase</b>		
Unterrichtsvorhaben	Thema	Stundenzahl
I	E-A1	15
II	E-A2	12
III	E-A3	12
IV	E-A4	12
V	E-S1	9
VI	E-S2	9
VII	E-G1	6
VIII	E-G2	9
	Summe:	84
<b>Q1 Grundkurse</b>		
Unterrichtsvorhaben	Thema	Stundenzahl
I	Q-GK-A1	9
II	Q-GK-A2	15
III	Q-GK-A3	9
IV	Q-GK-A4	12
V	Q-GK-S1	6
VI	Q-GK-S2	9
VII	Q-GK-S3	9
VIII	Q-GK-G1	9
	Summe:	78
<b>Q2 Grundkurse</b>		
Unterrichtsvorhaben	Thema	Stundenzahl
I	Q-GK-G3	6
II	Q-GK-G2	9
III	Q-GK-G4	9
IV	Q-GK-S4	9
V	Q-GK-A5	6
VI	Q-GK-A6	15
	Summe:	54
<b>Q1 Leistungskurse</b>		
Unterrichtsvorhaben	Thema	Stundenzahl
I	Q-LK-A1	20
II	Q-LK-A2	20
III	Q-LK-A3	10
IV	Q-LK-A4	20
V	Q-LK-S1	5
VI	Q-LK-S2	10
VII	Q-LK-S3	5
VIII	Q-LK-S5	10
IX	Q-LK-G1	10
X	Q-LK-G2	10
XI	Q-LK-G3	10
	Summe:	130
<b>Q2 Leistungskurse</b>		
Unterrichtsvorhaben	Thema	Stundenzahl
I	Q-LK-G4	10
II	Q-LK-A5	20
III	Q-LK-A6	20
IV	Q-LK-S4	10
V	Q-LK-S6	10
VI	Q-LK-G5	10
VII	Q-LK-G6	10
	Summe:	90



### III.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

#### Einführungsphase Funktionen und Analysis (A)

<b>Thema:</b> Beschreibung der Eigenschaften von Funktionen und deren Nutzung im Kontext (E-A1)	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> <i>Die Schüler*innen</i> <ul style="list-style-type: none"><li>wenden die Potenzgesetze auch auf Potenzen mit rationalen Exponenten an</li><li>beschreiben die Eigenschaften von Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten sowie quadratischen und kubischen Wurzelfunktionen</li><li>beschreiben Wachstumsprozesse mithilfe linearer Funktionen und Exponentialfunktionen</li><li>wenden einfache Transformationen (Streckung in Richtung der y-Achse, Verschiebung, Spiegelung) auf Funktionen (Sinusfunktion, quadratische Funktionen, Potenzfunktionen, Exponentialfunktionen) an und deuten die zugehörigen Parameter</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Folgende Funktionen des GTR werden eingeführt bzw. wiederholt:<ul style="list-style-type: none"><li>Wählen eines geeigneten Bildausschnitts</li><li>Wertetabelle</li><li>Bestimmen von Schnittpunkten</li></ul></li></ul>
<b>Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):</b> <b>Modellieren</b> <i>Die Schüler*innen</i> <ul style="list-style-type: none"><li>erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (<i>Strukturieren</i>)</li><li>übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (<i>Mathematisieren</i>)</li></ul>	
<b>Werkzeuge nutzen</b> <i>Die Schüler*innen</i> <ul style="list-style-type: none"><li>nutzen grafikfähige Taschenrechner</li></ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden digitale Werkzeuge zum ... Darstellen von Funktionen grafisch und als Wertetabelle</li> <li>• ... zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen</li> </ul>	
<b>Thema:</b> Von den Potenzfunktionen zu den ganzrationalen Funktionen (E-A2)	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen Eigenschaften ganzrationaler Funktionen: Standardsymmetrie (Punktsymmetrie zum Ursprung, y-Achsensymmetrie), Fernverhalten, Monotonie und Nullstellen</li> <li>• lösen Polynomgleichungen, die sich durch einfaches Ausklammern oder Substituieren auf lineare und quadratische Gleichungen zurückführen lassen, ohne digitale Hilfsmittel</li> <li>• verwenden am Graphen oder Term einer Funktion ablesbare Eigenschaften als Argumente beim Lösen von inner- und außermathematischen Problemen</li> <li>• wenden einfache Transformationen (Streckung, Verschiebung, Spiegelung) auf ganzrationale Funktionen an</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):</b></p> <p><b>Problemlösen</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen Muster und Beziehungen (<i>Erkunden</i>)</li> <li>• wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus (<i>Lösen</i>)</li> </ul> <p><b>Argumentieren</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Vermutungen auf</li> <li>• unterstützen Vermutungen beispielgebunden</li> <li>• präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Folgende Funktionen des GTR werden eingeführt bzw. wiederholt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmen von Nullstellen</li> </ul> </li> <li>– Die Vorteile einer Darstellung mithilfe von Linearfaktoren und die Bedeutung der Vielfachheit einer Nullstelle werden hier thematisiert.</li> <li>– Das Lösen von Polynomgleichungen wird im Hinblick auf die zentrale Klausur auch vollständig ohne Taschenrechner geübt.</li> </ul>

<p><b>Werkzeuge nutzen</b>  <i>Die Schüler*innen</i>          nutzen mathematische Hilfsmittel und digitale Werkzeuge zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden digitale Werkzeuge zum             <ul style="list-style-type: none"> <li>... Lösen von Gleichungen</li> <li>... zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen</li> </ul> </li> </ul>	
<p><b>Thema:</b> Von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate (E-A3)</p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p> <p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• berechnen durchschnittliche und lokale Änderungsraten und interpretieren sie im Kontext</li> <li>• erläutern qualitativ auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs an Beispielen den Übergang von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate</li> <li>• deuten die Tangente als Grenzlage einer Folge von Sekanten</li> <li>• deuten die Ableitung an einer Stelle als lokale Änderungsrate/ Tangentensteigung</li> <li>• beschreiben und interpretieren Änderungsraten funktional (Ableitungsfunktion)</li> <li>• leiten Funktionen graphisch ab</li> <li>• nennen die Kosinusfunktion als Ableitung der Sinusfunktion</li> <li>• begründen Eigenschaften von Funktionsgraphen (Monotonie, Extrempunkte) mit Hilfe der Graphen der Ableitungsfunktionen</li> <li>• nutzen die Ableitungsregel für Potenzfunktionen mit natürlichen Exponenten</li> <li>• wenden die Summen- und Faktorregel auf ganzrationale Funktionen an</li> <li>• bestimmen rechnerisch Tangentengleichungen</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Folgende Funktionen des GTR werden eingeführt:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeichnen von Tangenten (Draw-Menü)</li> <li>• Bestimmen von Extrempunkten</li> <li>• Zeichnen von Ableitungsfunktionen</li> <li>• Bestimmen von Steigungen</li> </ul> </li> <li>– Für eine quadratische Funktion wird der Grenzübergang bei der „h-Methode“ exemplarisch durchgeführt.</li> </ul>

<p><b>Argumentieren</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Vermutungen auf</li> <li>• unterstützen Vermutungen beispielgebunden</li> <li>• präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur</li> <li>• nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (<i>Begründen</i>)</li> <li>• überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (<i>Beurteilen</i>)</li> </ul> <p><b>Problemlösen</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren und strukturieren die Problemsituation (<i>Erkunden</i>)</li> <li>• erkennen Muster und Beziehungen (<i>Erkunden</i>)</li> <li>• wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus (<i>Lösen</i>)</li> </ul> <p><b>Werkzeuge nutzen</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden digitale Werkzeuge zum  ... Darstellen von Funktionen grafisch und als Wertetabelle  ... grafischen Messen von Steigungen</li> </ul>	
<p><b>Thema:</b> <i>Entwicklung und Anwendung von Kriterien und Verfahren zur Untersuchung von Funktionen (E-A4)</i></p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden das notwendige Kriterium und das Vorzeichenwechselkriterium zur Bestimmung von Extrempunkten</li> <li>• unterscheiden lokale und globale Extrema im Definitionsbereich</li> <li>• verwenden am Graphen oder Term einer Funktion ablesbare Eigenschaften als Argumente beim Lösen von inner- und außermathematischen Problemen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Die Bedeutung der zweiten Ableitung wird nicht thematisiert.</li> <li>– Der Unterschied zwischen lokalen und absoluten Extrempunkten wird verdeutlicht, insbesondere wird bei der Untersuchung ganzrationaler Funktionen im Sachzusammenhang eine Randstellenuntersuchung durchgeführt.</li> </ul>

<p><b>Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):</b></p> <p><b>Problemlösen</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen Muster und Beziehungen (<i>Erkunden</i>)</li> <li>• nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (hier: Zurückführen auf Bekanntes) (<i>Lösen</i>)</li> <li>• wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus (<i>Lösen</i>)</li> </ul> <p><b>Argumentieren</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (<i>Vermuten</i>)</li> <li>• nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (<i>Begründen</i>)</li> <li>• berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige / hinreichende Bedingung, Folgerungen [...]) (<i>Begründen</i>)</li> <li>• erkennen fehlerhafte Argumentationsketten und korrigieren sie (<i>Beurteilen</i>)</li> </ul>	
---	--

**Einführungsphase Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)**

<b>Thema:</b> <i>Unterwegs in 3D – Koordinatisierungen des Raumes (E-G1)</i>	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wählen geeignete kartesische Koordinatisierungen für die Bearbeitung eines geometrischen Sachverhalts in der Ebene und im Raum</li> <li>• stellen geometrische Objekte in einem räumlichen kartesischen Koordinatensystem dar</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):</b></p>	

<p><b>Modellieren</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>• erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (<i>Mathematisieren</i>)</li> </ul> <p><b>Kommunizieren (Produzieren)</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wählen begründet eine geeignete Darstellungsform aus</li> <li>• wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen</li> </ul>	
<p><b>Thema:</b>     <i>Vektoren bringen Bewegung in den Raum (E-G2)</i></p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten Vektoren (in Koordinatendarstellung) als Verschiebungen und kennzeichnen Punkte im Raum durch Ortsvektoren</li> <li>• stellen gerichtete Größen (z. B. Geschwindigkeit, Kraft) durch Vektoren dar</li> <li>• berechnen Längen von Vektoren und Abstände zwischen Punkten mit Hilfe des Satzes von Pythagoras</li> <li>• addieren Vektoren, multiplizieren Vektoren mit einem Skalar und untersuchen Vektoren auf Kollinearität</li> <li>• weisen Eigenschaften von besonderen Dreiecken und Vierecken mithilfe von Vektoren nach</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):</b>  <b>Problemlösen</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (<i>Lösen</i>)</li> <li>• setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein (<i>Lösen</i>)</li> </ul>	

- wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus (*Lösen*)

### **Einführungsphase Stochastik (S)**

**Thema:** *Den Zufall im Griff – Modellierung von Zufallsprozessen (E-S1)*

#### **Zu entwickelnde Kompetenzen**

##### **Inhaltsbezogene Kompetenzen:**

*Die Schüler\*innen*

- 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 mit Hilfe der Pfadregeln

##### **Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):**

##### **Modellieren**

*Die Schüler\*innen*

- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)

##### **Werkzeuge nutzen**

*Die Schüler\*innen*

- verwenden digitale Werkzeuge zum
  - ... Erstellen der Histogramme von Wahrscheinlichkeitsverteilungen
  - ... Berechnen des Erwartungswerts von Wahrscheinlichkeitsverteilungen

#### **Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen**

<b>Thema:</b> <i>Testergebnisse richtig interpretieren – Umgang mit bedingten Wahrscheinlichkeiten (E-S2)</i>	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• modellieren Sachverhalte mit Hilfe von Baumdiagrammen und Vier- oder Mehrfeldertafeln</li> <li>• bestimmen bedingte Wahrscheinlichkeiten</li> <li>• prüfen Teilvorgänge mehrstufiger Zufallsexperimente auf stochastische Unabhängigkeit</li> <li>• bearbeiten Problemstellungen im Kontext bedingter Wahrscheinlichkeiten.</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):</b></p> <p><b>Modellieren</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>• erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>• beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (<i>Validieren</i>)</li> </ul> <p><b>Kommunizieren</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus zunehmend komplexen mathematikhaltigen Texten [...] (<i>Rezipieren</i>)</li> <li>• wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (<i>Produzieren</i>)</li> </ul>	<p>Die Schüler*innen sollen zwischen verschiedenen Darstellungsformen (Baumdiagramm, Mehrfeldertafel) wechseln können und diese zur Berechnung bedingter Wahrscheinlichkeiten beim Vertauschen von Merkmal und Bedingung und zum Rückschluss auf unbekannte Astwahrscheinlichkeiten nutzen können.</p> <p>Bei der Erfassung stochastischer Zusammenhänge ist die Unterscheidung von Wahrscheinlichkeiten des Typs <math>P(A \cap B)</math> von bedingten Wahrscheinlichkeiten – auch sprachlich – von besonderer Bedeutung.</p>



## Q-Phase Grundkurs Funktionen und Analysis (A)

Thema: Optimierungsprobleme (Q-GK-A1)	
Zu entwickelnde Kompetenzen	Vorhabenbezogene Absprachen
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b></p> <p><i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• führen Extremalprobleme durch Kombination mit Nebenbedingungen auf Funktionen einer Variablen zurück und lösen diese</li> <li>• verwenden notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien [...] zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b></p> <p><b>Modellieren</b></p> <p><i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor. (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>• übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>• erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>• beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (<i>Validieren</i>)</li> <li>• beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (<i>Validieren</i>)</li> </ul> <p><b>Problemlösen</b></p> <p><i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• finden und stellen Fragen zu einer gegebenen Problemsituation (<i>Erkunden</i>)</li> <li>• wählen heuristische Hilfsmittel (z. B. Skizze, informative Figur, Tabelle ...) aus, um die Situation zu erfassen (<i>Erkunden</i>)</li> </ul>	<p><b>Leitfrage: „Woher kommen die Funktionsgleichungen?“</b></p> <p>An geeigneten Problemstellungen entdecken Die Schüler*innen die Notwendigkeit, Randextrema zu betrachten.</p> <p>Stellen extremer Steigung eines Funktionsgraphen werden im Rahmen geeigneter Kontexte (z. B. Neuverschuldung und Schulden oder Besucherströme in einen Freizeitpark/zu einer Messe und erforderlicher Personaleinsatz) thematisiert und dabei der zweiten Ableitung eine anschauliche Bedeutung als Zu- und Abnahmerate der Änderungsrate der Funktion verliehen.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (z. B. systematisches Probieren, Darstellungswechsel, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Verallgemeinern ...) (<i>Lösen</i>)</li> <li>• setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein (<i>Lösen</i>)</li> <li>• berücksichtigen einschränkende Bedingungen (<i>Lösen</i>)</li> <li>• führen einen Lösungsplan zielgerichtet aus (<i>Lösen</i>)</li> <li>• vergleichen verschiedene Lösungswege bezüglich Unterschieden und Gemeinsamkeiten (<i>Reflektieren</i>)</li> </ul>	
<b>Thema:</b> Funktionen beschreiben Formen - Modellieren von Sachsituationen mit ganzrationalen Funktionen (Q-GK-A2)	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bestimmen Parameter einer Funktion mithilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben („Steckbriefaufgaben“)</li> <li>• interpretieren Parameter von Funktionen im Anwendungszusammenhang</li> <li>• beschreiben das Krümmungsverhalten des Graphen einer Funktion mit Hilfe der 2. Ableitung</li> <li>• verwenden notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien sowie weitere hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten</li> <li>• beschreiben den Gauß-Algorithmus als Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme</li> <li>• wenden den Gauß-Algorithmus ohne digitale Werkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten an, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b>  <b>Modellieren</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p>	<p><b>Leitfrage: „Woher kommen die Funktionsgleichungen?“</b></p> <p>Anknüpfend an die Einführungsphase (vgl. Thema E-A1) werden an einem Beispiel in einem geeigneten Kontext (z. B. Fotos von Brücken, Gebäuden, Flugbahnen) die Parameter der Scheitelpunktform einer quadratischen Funktion angepasst. Anschließend werden aus gegebenen Punkten Gleichungssysteme für die Parameter der Normalform aufgestellt.</p> <p>Die Beschreibung von Links- und Rechtskurven über die Zu- und Abnahme der Steigung führt zu einer geometrischen Deutung der zweiten Ableitung einer Funktion als „Krümmung“ des Graphen und zur Betrachtung von Wendepunkten.</p> <p>Die simultane Betrachtung beider Ableitungen führt zur Entdeckung eines weiteren hinreichenden Kriteriums für Extrempunkte. Anhand einer Funktion mit Sattelpunkt wird die Grenze dieses hinreichenden Kriteriums entdeckt. Vor- und Nachteile der beiden hinreichenden Kriterien werden abschließend von den Lernenden kritisch bewertet.</p> <p>LGS werden sowohl mit als auch ohne den GTR gelöst.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>• treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>• übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>• erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>• beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (<i>Validieren</i>)</li> <li>• beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (<i>Validieren</i>)</li> <li>• verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung (<i>Validieren</i>)</li> <li>• reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen (<i>Validieren</i>)</li> </ul> <p><b>Werkzeuge nutzen</b></p> <p><i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum ... Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen</li> <li>• ... zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen</li> <li>• nutzen mathematische Hilfsmittel und digitale Werkzeuge zum Erkunden [...], Berechnen und Darstellen</li> </ul>	
<p><b>Thema:</b> Von der Änderungsrate zum Bestand (Q-GK-A3)</p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b></p> <p><i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren Produktsummen im Kontext als Rekonstruktion des Gesamtbestandes oder Gesamteffektes einer Größe</li> <li>• deuten die Inhalte von orientierten Flächen im Kontext</li> <li>• skizzieren zu einer gegebenen Randfunktion die zugehörige Flächeninhaltsfunktion</li> </ul>	

<p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b></p> <p><b>Kommunizieren</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus [...] mathemathikhaltigen Texten und Darstellungen, aus mathematischen Fachtexten sowie aus Unterrichtsbeiträgen (<i>Rezipieren</i>)</li> <li>• formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege (<i>Produzieren</i>)</li> <li>• wählen begründet eine geeignete Darstellungsform aus (<i>Produzieren</i>)</li> <li>• wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (<i>Produzieren</i>)</li> <li>• dokumentieren Arbeitsschritte nachvollziehbar (<i>Produzieren</i>)</li> <li>• erstellen Ausarbeitungen und präsentieren sie (<i>Produzieren</i>)</li> </ul>	
<p><b>Thema:</b> <i>Von der Randfunktion zur Integralfunktion (Q-GK-A4)</i></p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern und vollziehen an geeigneten Beispielen den Übergang von der Produktsumme zum Integral auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs</li> <li>• erläutern geometrisch-anschaulich den Zusammenhang zwischen Änderungsrate und Integralfunktion (Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung)</li> <li>• nutzen die Intervalladditivität und Linearität von Integralen</li> <li>• bestimmen Stammfunktionen ganzrationaler Funktionen</li> <li>• bestimmen Integrale mithilfe von gegebenen Stammfunktionen und numerisch, auch unter Verwendung digitaler Werkzeuge</li> <li>• ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate</li> <li>• bestimmen Flächeninhalte mit Hilfe von bestimmten Integralen</li> </ul>	<p>Bei der Berechnung der Flächeninhalte zwischen Graphen werden die Schnittstellen sowohl mit als auch ohne den GTR bestimmt.</p> <p>Komplexere Übungsaufgaben sollten am Ende des Unterrichtsvorhabens bearbeitet werden, um Vernetzungen mit den Kompetenzen der bisherigen Unterrichtsvorhaben (Funktionsuntersuchungen, Aufstellen von Funktionen aus Bedingungen) herzustellen.</p>

<p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b></p> <p><b>Argumentieren</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Vermutungen auf (<i>Vermuten</i>)</li> <li>• unterstützen Vermutungen beispielgebunden (<i>Vermuten</i>)</li> <li>• präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (<i>Vermuten</i>)</li> <li>• stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (<i>Begründen</i>)</li> </ul> <p><b>Werkzeuge nutzen</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen [...] digitale Werkzeuge [<i>Erg. Fachkonferenz: Tabellenkalkulation und Funktionenplotter</i>] zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen</li> <li>• Verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum <ul style="list-style-type: none"> <li>... Messen von Flächeninhalten zwischen Funktionsgraph und Abszisse</li> <li>... Ermitteln des Wertes eines bestimmten Integrals</li> </ul> </li> </ul>	
<p><b>Thema:</b> <i>Natürlich: Exponentialfunktionen (Q-GK-A5)</i></p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Eigenschaften von Exponentialfunktionen und die besondere Eigenschaft der natürlichen Exponentialfunktion</li> <li>• untersuchen Wachstums- und Zerfallsvorgänge mithilfe funktionaler Ansätze</li> <li>• interpretieren Parameter von Funktionen im Anwendungszusammenhang</li> <li>• bilden die Ableitungen weiterer Funktionen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- natürliche Exponentialfunktion</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b></p>	

<p><b>Problemlösen</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen und formulieren einfache und komplexe mathematische Probleme (<i>Erkunden</i>)</li> <li>• entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (<i>Lösen</i>)</li> <li>• nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (z. B. systematisches Probieren, Darstellungswechsel, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme) (<i>Lösen</i>)</li> <li>• führen einen Lösungsplan zielgerichtet aus (<i>Lösen</i>)</li> <li>• variieren Fragestellungen auf dem Hintergrund einer Lösung (<i>Reflektieren</i>).</li> </ul>	
<p><b>Werkzeuge nutzen</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum ... zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen</li> <li>• ... grafischen Messen von Steigungen</li> <li>• entscheiden situationsangemessen über den Einsatz mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge und wählen diese gezielt aus</li> <li>• nutzen [...] digitale Werkzeuge zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen</li> </ul>	
<p><b>Thema:</b>     <i>Modellieren (nicht nur) mit Exponentialfunktionen (Q-GK-A6)</i></p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen Wachstums- und Zerfallsvorgänge mithilfe funktionaler Ansätze</li> <li>• interpretieren Parameter von Funktionen im Kontext</li> <li>• bilden die Ableitungen weiterer Funktionen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten</li> </ul> </li> <li>• bilden in einfachen Fällen zusammengesetzte Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung)</li> </ul>	<p>Im Zusammenhang mit der Modellierung von Wachstumsprozessen durch natürliche Exponentialfunktionen mit linearen Exponenten wird die Kettenregel eingeführt, um auch (hilfsmittelfrei) Ableitungen für die entsprechenden Funktionsterme bilden zu können. An mindestens einem Beispiel sollte auch ein beschränktes Wachstum untersucht werden.</p> <p>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 erarbeitet. In diesem Zusammenhang wird die Produktregel zum Ableiten eingeführt.</p>

- wenden die Kettenregel auf Verknüpfungen der natürlichen Exponentialfunktion mit linearen Funktionen an
- wenden die Produktregel auf Verknüpfungen von ganzrationalen Funktionen und Exponentialfunktionen an
- bestimmen Integrale mithilfe von gegebenen Stammfunktionen und numerisch, auch unter Verwendung digitaler Werkzeuge
- ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate

### Prozessbezogene Kompetenzen:

#### **Modellieren**

##### *Die Schüler\*innen*

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

In diesen Kontexten ergeben sich ebenfalls Fragen, die erfordern, dass aus der Wachstumsgeschwindigkeit auf den Gesamteffekt geschlossen wird.

Parameter werden nur in konkreten Kontexten und nur exemplarisch variiert (keine systematische Untersuchung von Funktionenscharen). Dabei werden z. B. zahlenmäßige Änderungen des Funktionsterms bezüglich ihrer Auswirkung untersucht und im Hinblick auf den Kontext interpretiert.

## Q-Phase Grundkurs Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

Thema: Beschreibung von Bewegungen und Schattenwurf mit Geraden (Q-GK-G1)	
Zu entwickelnde Kompetenzen	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen Geraden und Strecken in Parameterform dar</li> <li>interpretieren den Parameter von Geradengleichungen im Sachkontext</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b>  <b>Modellieren</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (<i>Validieren</i>)</li> <li>verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung (<i>Validieren</i>)</li> </ul> <p><b>Werkzeuge nutzen</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>nutzen Geodreiecke [...] geometrische Modelle und Dynamische-Geometrie-Software</li> <li>verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum ... grafischen Darstellen von Ortsvektoren, Vektorsummen und Geraden</li> <li>... Darstellen von Objekten im Raum</li> </ul>	<p>Lineare Bewegungen werden z. B. im Kontext von Flugbahnen (Kondensstreifen) durch Startpunkt, Zeitparameter und Geschwindigkeitsvektor beschrieben und können ggf. dynamisch mit DGS dargestellt werden. Dabei sollten Modellierungsfragen (reale Geschwindigkeiten, Größe der Flugobjekte, Flugebenen) einbezogen werden.</p> <p><i>Eine Vertiefung kann darin bestehen, den Betrag der Geschwindigkeit zu variieren. In jedem Fall soll der Unterschied zwischen einer Geraden als Punktmenge (z. B. die Flugbahn) und einer Parametrisierung dieser Punktmenge als Funktion (von der Parametermenge in den Raum) herausgearbeitet werden.</i></p> <p>Ergänzend zum dynamischen Zugang wird die rein geometrische Frage aufgeworfen, wie eine Gerade durch zwei Punkte zu beschreiben ist. Hierbei wird herausgearbeitet, dass zwischen unterschiedlichen Parametrisierungen einer Geraden gewechselt werden kann. Punktproben sowie die Berechnung von Schnittpunkten mit den Grundebenen sollen auch hilfsmittelfrei durchgeführt werden. Die Darstellung in räumlichen Koordinatensystemen sollte hinreichend geübt werden.</p> <p><i>Auf dieser Grundlage können z. B. Schattenwürfe von Gebäuden in Parallel- und Zentralprojektion auf eine der Grundebenen berechnet und zeichnerisch dargestellt werden. Inhaltlich schließt die Behandlung von Schrägbildern an das Thema E-G1 an.</i></p>



<b>Thema:</b> Eine Sache der Logik und der Begriffe: Untersuchung von Lagebeziehungen (Q-GK-G2)	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen Lagebeziehungen zwischen zwei Geraden [...]</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b></p> <p><b>Argumentieren</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (<i>Vermuten</i>)</li> <li>• stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (Ober- / Unterbegriff) (<i>Begründen</i>)</li> <li>• nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (<i>Begründen</i>)</li> <li>• berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige / hinreichende Bedingung, Folgerungen / Äquivalenz, Und- / Oder-Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen) (<i>Begründen</i>)</li> <li>• überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (<i>Beurteilen</i>)</li> </ul> <p><b>Kommunizieren</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern mathematische Begriffe in theoretischen und in Sachzusammenhängen (<i>Rezipieren</i>)</li> <li>• verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang (<i>Produzieren</i>)</li> <li>• wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (<i>Produzieren</i>)</li> <li>• erstellen Ausarbeitungen und präsentieren sie (<i>Produzieren</i>)</li> <li>• vergleichen und beurteilen ausgearbeitete Lösungen hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität (<i>Diskutieren</i>)</li> </ul>	<p><i>Hinweis: Bei zweidimensionalen Abbildungen (z. B. Fotografien) räumlicher Situationen geht in der Regel die Information über die Lagebeziehung von Objekten verloren. Verfeinerte Darstellungsweisen (z. B. unterbrochene Linien, schraffierte Flächen, gedrehtes Koordinatensystem) helfen, dies zu vermeiden und Lagebeziehungen systematisch zu untersuchen.</i></p> <p>Der Fokus der Untersuchung von Lagebeziehungen liegt auf dem logischen Aspekt einer vollständigen Klassifizierung sowie einer präzisen Begriffsbildung (z. B. Trennung der Begriffe „parallel“, „echt parallel“, „identisch“). Flussdiagramme und Tabellen sind ein geeignetes Mittel, solche Algorithmen darzustellen. In diesem Teil des Unterrichtsvorhabens sollen nicht nur logische Strukturen reflektiert, sondern auch Unterrichtsformen gewählt werden, bei denen Kommunikationsprozesse im Team unter Verwendung der Fachsprache angeregt werden. Eine analoge Bearbeitung der in Q-GK-G2 erarbeiteten Beziehungen zwischen Geraden und Ebenen bietet sich an.</p> <p><i>Als Kontext kann dazu die Modellierung von Flugbahnen (Kondensstreifen) aus Q-GK-G1 wieder aufgegriffen werden. Dabei wird evtl. die Frage des Abstandes zwischen Flugobjekten relevant. Bei genügend zur Verfügung stehender Zeit oder binnendifferenziert könnte (über den Kernlehrplan hinausgehend) das Abstandsminimum numerisch, grafisch oder algebraisch mit den Verfahren der Analysis ermittelt werden. Begrifflich davon abgegrenzt wird der Abstand zwischen den Flugbahnen. Dies motiviert die Beschäftigung mit orthogonalen Hilfsgeraden (Q-GK-G4).</i></p>

**Thema:** Lineare Algebra als Schlüssel zur Lösung von geometrischen Problemen (Q-GK-G3)

**Zu entwickelnde Kompetenzen**

**Inhaltsbezogene Kompetenzen:**

*Die Schüler\*innen*

- stellen Ebenen in Parameterform dar
- untersuchen Lagebeziehungen [...] zwischen Geraden und Ebenen
- berechnen Schnittpunkte von Geraden sowie Durchstoßpunkte von Geraden mit Ebenen und deuten sie im Sachkontext
- stellen lineare Gleichungssysteme in Matrix-Vektor-Schreibweise dar
- beschreiben den Gauß-Algorithmus als Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme
- interpretieren die Lösungsmenge von linearen Gleichungssystemen

**Prozessbezogene Kompetenzen:**

**Problemlösen**

*Die Schüler\*innen*

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

**Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen**

Als Einstiegskontext für die Parametrisierung einer Ebene kann eine Dachkonstruktion mit Sparren und Querlatten dienen. Diese bildet ein schiefwinkliges Koordinatensystem in der Ebene. Damit wird die Idee der Koordinatisierung aus dem Thema E-G2 wieder aufgegriffen.

*Wenn genügend Zeit zur Verfügung steht, können durch Einschränkung des Definitionsbereichs Parallelogramme und Dreiecke beschrieben und auch anspruchsvollere Modellierungsaufgaben gestellt werden, die über die Kompetenzerwartungen des KLP hinausgehen.*

In diesem Unterrichtsvorhaben werden Problemlösekompetenzen erworben, indem sich heuristische Strategien bewusst gemacht werden (eine planerische Skizze anfertigen, die gegebenen geometrischen Objekte abstrakt beschreiben, geometrische Hilfsobjekte einführen, bekannte Verfahren zielgerichtet einsetzen und in komplexeren Abläufen kombinieren und unterschiedliche Lösungswege kriteriengestützt vergleichen).

Punktproben sowie die Berechnung von Spurgeraden in den Grundebenen und von Schnittpunkten mit den Koordinatenachsen führen zunächst noch zu einfachen Gleichungssystemen. Die Achsenabschnitte erlauben eine Darstellung in einem räumlichen Koordinatensystem.

Die Untersuchung von Schattenwürfen eines Mastes auf eine Dachfläche z. B. motiviert eine Fortführung der systematischen Auseinandersetzung (Q-GK-A2) mit linearen Gleichungssystemen, mit der Matrix-Vektor-Schreibweise und mit dem Gauß-Verfahren.

Die Lösungsmengen werden mit dem GTR bestimmt, zentrale Werkzeugkompetenz in diesem Unterrichtsvorhaben ist die Interpretation des angezeigten Lösungsvektors bzw. der reduzierten Matrix. Die Vernetzung der geometrischen Vorstellung (Lagebeziehung) und der algebraischen Formalisierung sollte stets deutlich werden.

<p><b>Werkzeuge nutzen</b>  <b>Die Schüler*innen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum ... Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen</li> </ul>	
<p><b>Thema:</b> <i>Räume vermessen – mit dem Skalarprodukt Polygone und Polyeder untersuchen (Q-GK-G4)</i></p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten das Skalarprodukt geometrisch und berechnen es</li> <li>• untersuchen mit Hilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung)</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b></p> <p><b>Problemlösen</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen und formulieren einfache und komplexe mathematische Probleme (<i>Erkunden</i>)</li> <li>• analysieren und strukturieren die Problemsituation (<i>Erkunden</i>)</li> <li>• entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (<i>Lösen</i>)</li> <li>• nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (z. B. [...] Darstellungswechsel, Zerlegen und Ergänzen, Symmetrien verwenden, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Fallunterscheidungen, Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten, [...]) (<i>Lösen</i>)</li> <li>• wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus (<i>Lösen</i>)</li> <li>• beurteilen und optimieren Lösungswege mit Blick auf Richtigkeit und Effizienz (<i>Reflektieren</i>)</li> </ul>	<p>Das Skalarprodukt wird zunächst als Indikator für Orthogonalität aus einer Anwendung des Satzes von Pythagoras entwickelt. Durch eine Zerlegung in parallele und orthogonale Komponenten wird der geometrische Aspekt der Projektion betont. Dies wird zur Einführung des Winkels über den Kosinus genutzt (alternativ zu einer Herleitung aus dem Kosinussatz).</p> <p><i>Eine weitere Bedeutung des Skalarproduktes kann mit den gleichen Überlegungen am Beispiel der physikalischen Arbeit erschlossen werden.</i></p> <p><i>Bei hinreichend zur Verfügung stehender Zeit kann in Anwendungskontexten (z. B. Vorbeiflug eines Flugzeugs an einem Hindernis unter Einhaltung eines Sicherheitsabstandes, vgl. Q-GK-G3) entdeckt werden, wie der Abstand eines Punktes von einer Geraden u. a. als Streckenlänge über die Bestimmung eines Lotfußpunktes ermittelt werden kann. Bei dieser Problemstellung sollten unterschiedliche Lösungswege zugelassen und verglichen werden.</i></p> <p>Tetraeder, Pyramiden, Würfel, Prismen und Oktaeder bieten vielfältige Anlässe für (im Sinne des Problemlösens offen angelegte) exemplarische geometrische Untersuchungen und können auf reale Objekte (z. B. Gebäude) bezogen werden.</p> <p><i>Dabei kann z. B. der Nachweis von Dreiecks- bzw. Viereckstypen (anknüpfend an das Thema E-G2) wieder aufgenommen werden.</i></p> <p>Wo möglich, werden auch elementargeometrische Lösungswege als Alternative aufgezeigt.</p>

## Q-Phase Grundkurs Stochastik (S)

<b>Thema:</b> Von stochastischen Modellen, Zufallsgrößen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen und ihren Kenngrößen (Q-GK-S1)	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen Lage- und Streumaße von Stichproben</li> <li>• erläutern den Begriff der Zufallsgröße an geeigneten Beispielen</li> <li>• bestimmen den Erwartungswert <math>\mu</math> und die Standardabweichung <math>\sigma</math> von Zufallsgrößen und treffen damit prognostische Aussagen</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b>  <b>Modellieren</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>• erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>• beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (<i>Validieren</i>)</li> </ul>	<p>Anhand verschiedener Glücksspiele wird zunächst der Begriff der Zufallsgröße und der zugehörigen Wahrscheinlichkeitsverteilung (als Zuordnung von Wahrscheinlichkeiten zu den möglichen Werten, die die Zufallsgröße annimmt) zur Beschreibung von Zufallsexperimenten eingeführt.</p>
<b>Thema:</b> Treffer oder nicht? – Bernoulli-Experimente und Binomialverteilungen (Q-GK-S2)	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden Bernoulliketten zur Beschreibung entsprechender Zufallsexperimente</li> <li>• erklären die Binomialverteilung im Kontext und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten</li> <li>• beschreiben den Einfluss der Parameter <math>n</math> und <math>p</math> auf Binomialverteilungen und ihre graphische Darstellung</li> </ul>	<p>Durch Vergleich mit dem „Ziehen ohne Zurücklegen“ wird geklärt, dass die Anwendung des Modells ‚Bernoullikette‘ eine bestimmte Realsituation voraussetzt, d. h. dass die Treffer von Stufe zu Stufe unabhängig voneinander mit konstanter Wahrscheinlichkeit erfolgen.</p> <p>Eine Visualisierung der Verteilung sowie des Einflusses von Stichprobenumfang <math>n</math> und Trefferwahrscheinlichkeit <math>p</math> erfolgt dabei durch die graphische Darstellung der Verteilung als Histogramm unter Nutzung digitaler Medien.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>bestimmen den Erwartungswert <math>\mu</math> und die Standardabweichung <math>\sigma</math> von Zufallsgrößen [...]</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b></p> <p><b>Modellieren</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (<i>Validieren</i>)</li> </ul> <p><b>Werkzeuge nutzen</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>nutzen grafikfähige Taschenrechner und Tabellenkalkulationen [...]</li> <li>verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum <ul style="list-style-type: none"> <li>... Generieren von Zufallszahlen</li> <li>... Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei binomialverteilten Zufallsgrößen</li> <li>... Erstellen der Histogramme von Binomialverteilungen</li> <li>... Variieren der Parameter von Binomialverteilungen</li> <li>... Berechnen der Kennzahlen von Binomialverteilungen (Erwartungswert, Standardabweichung)</li> </ul> </li> </ul>	<p>Auf eine allgemeingültige Herleitung des Erwartungswertes und der Standardabweichung wird verzichtet.</p> <p>Durch Erkunden wird festgestellt, dass unabhängig von <math>n</math> und <math>p</math> ca. 68% der Ergebnisse in der <math>1\sigma</math>-Umgebung des Erwartungswertes liegen.</p> <p><i>Hinweis: Der Einsatz des GTR zur Berechnung singulärer sowie kumulierter Wahrscheinlichkeiten ermöglicht den Verzicht auf stochastische Tabellen und eröffnet aus der numerischen Perspektive den Einsatz von Aufgaben in realitätsnahen Kontexten.</i></p>
<p><b>Thema:</b> Modellieren mit Binomialverteilungen (Q-GK-S3)</p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>nutzen Binomialverteilungen und ihre Kenngrößen zur Lösung von Problemstellungen</li> <li>schließen anhand einer vorgegebenen Entscheidungsregel aus einem Stichprobenergebnis auf die Grundgesamtheit</li> </ul>	<p>In verschiedenen Sachkontexten wird zunächst die Möglichkeit einer Modellierung der Realsituation mithilfe der Binomialverteilung überprüft. Die Grenzen des Modellierungsprozesses werden aufgezeigt und begründet. In diesem Zusammenhang werden geklärt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die Beschreibung des Sachkontextes durch ein Zufallsexperiment</li> <li>die Interpretation des Zufallsexperiments als Bernoullikette</li> <li>die Definition der zu betrachtenden Zufallsgröße</li> </ul>

<p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b></p> <p><b>Modellieren</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>• erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>• beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (<i>Validieren</i>)</li> <li>• beurteilen die Angemessenheit aufgestellter [...] Modelle für die Fragestellung (<i>Validieren</i>)</li> <li>• reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen (<i>Validieren</i>)</li> </ul> <p><b>Argumentieren</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (<i>Begründen</i>)</li> <li>• nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (<i>Begründen</i>)</li> <li>• verknüpfen Argumente zu Argumentationsketten (<i>Begründen</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Unabhängigkeit der Ergebnisse</li> <li>- die Benennung von Stichprobenumfang <math>n</math> und Trefferwahrscheinlichkeit <math>p</math></li> </ul> <p>Prüfverfahren mit vorgegebenen Entscheidungsregeln bieten einen besonderen Anlass, um von einer (ein- oder mehrstufigen) Stichprobenentnahme aus einer Lieferung auf nicht bekannte Parameter in der Grundgesamtheit zu schließen.</p> <p><i>Wenn genügend Unterrichtszeit zur Verfügung steht, können im Rahmen der beurteilenden Statistik vertiefend (und über den Kernlehrplan hinausgehend) Produzenten- und Abnehmerrisiken bestimmt werden.</i></p> <p><i>Hinweis: Eine Stichprobenentnahme kann auch auf dem GTR simuliert werden.</i></p>
<p><b>Thema:</b> Von Übergängen und Prozessen (G-GK-S4)</p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b></p> <p><i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben stochastische Prozesse mithilfe von Zustandsvektoren und stochastischen Übergangsmatrizen</li> <li>• verwenden die Matrizenmultiplikation zur Untersuchung stochastischer Prozesse (Vorhersage nachfolgender Zustände, numerisches Bestimmen sich stabilisierender Zustände)</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b></p>	<p><i>Hinweis:</i>  <i>Die Behandlung stochastischer Prozesse sollte genutzt werden, um zentrale Begriffe aus Stochastik (Wahrscheinlichkeit, relative Häufigkeit) und Analysis (Grenzwert) mit Begriffen und Methoden der Linearen Algebra (Vektor, Matrix, lineare Gleichungssysteme) zu vernetzen. Schülerinnen und Schüler modellieren dabei in der Realität komplexe Prozesse, deren langfristige zeitliche Entwicklung untersucht und als Grundlage für Entscheidungen und Maßnahmen genutzt werden kann.</i></p>

<p><b>Modellieren</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (Strukturieren)</li> <li>• übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (Mathematisieren)</li> <li>• erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (Mathematisieren)</li> <li>• beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (Validieren)</li> </ul> <p><b>Argumentieren</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (<i>Vermuten</i>)</li> <li>• nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (<i>Begründen</i>)</li> <li>• stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (<i>Begründen</i>)</li> <li>• überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (<i>Beurteilen</i>)</li> </ul>	<p>Der Auftrag an Schülerinnen und Schüler, einen stochastischen Prozess graphisch darzustellen, führt in der Regel zur Erstellung eines Baumdiagramms, dessen erste Stufe den Ausgangszustand beschreibt. Im Zusammenhang mit der Interpretation der Pfadregeln als Gleichungssystem können sie daraus die Matrix-Vektor-Darstellung des Prozesses entwickeln.</p> <p>Untersuchungen in unterschiedlichen realen Kontexten führen zur Entwicklung von Begriffen zur Beschreibung von Eigenschaften stochastischer Prozesse (Potenzen der Übergangsmatrix, Grenzmatrix, stabile Verteilung). Hier bietet sich eine Vernetzung mit der Linearen Algebra hinsichtlich der Betrachtung linearer Gleichungssysteme und ihrer Lösungsmengen an.</p>
---	--

### Q-Phase Leistungskurs Funktionen und Analysis (A)

<p><b>Thema:</b> Optimierungsprobleme (Q-LK-A1)</p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• führen Extremalprobleme durch Kombination mit Nebenbedingungen auf Funktionen einer Variablen zurück und lösen diese</li> <li>• verwenden notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien [...] zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten</li> <li>• bilden die Ableitungen weiterer Funktionen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Potenzfunktionen mit rationalen Exponenten</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Leitfrage: „Woher kommen die Funktionsgleichungen?“</b></p> <p>An mindestens einem Problem entdecken Die Schüler*innen die Notwendigkeit, Randextrema zu betrachten.</p> <p>Stellen extremer Steigung eines Funktionsgraphen werden im Rahmen geeigneter Kontexte (z. B. Neuverschuldung und Schulden oder Besucherströme in einen Freizeitpark/zu einer Messe und erforderlicher Personaleinsatz) thematisiert und dabei der zweiten Ableitung eine anschauliche</p>

## Prozessbezogene Kompetenzen:

### **Modellieren**

Die Schüler\*innen

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

### **Problemlösen**

Die Schüler\*innen

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

Bedeutung als Zu- und Abnahmerate der Änderungsrate der Funktion ver-  
liehen.

Im außer- und innermathematischem Zusammenhang entwickeln Die  
Schüler\*innen die Ableitungen von Wurzelfunktionen sowie die Produkt-  
und Kettenregel und wenden sie an.



<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen verschiedene Lösungswege bezüglich Unterschieden und Gemeinsamkeiten (<i>Reflektieren</i>)</li> </ul>	
<b>Thema:</b> Funktionen beschreiben Formen - Modellieren von Sachsituationen mit Funktionen (Q-LK-A2)	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren Parameter von Funktionen im Kontext und untersuchen ihren Einfluss auf Eigenschaften von Funktionenscharen</li> <li>• bestimmen Parameter einer Funktion mithilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben („Steckbriefaufgaben“)</li> <li>• beschreiben das Krümmungsverhalten des Graphen einer Funktion mit Hilfe der 2. Ableitung</li> <li>• verwenden notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien sowie weitere hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten</li> <li>• beschreiben den Gauß-Algorithmus als Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme</li> <li>• wenden den Gauß-Algorithmus ohne digitale Werkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten an, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b> <b>Modellieren</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>• treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>• übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (<i>Mathematisieren</i>)</li> </ul>	<p><b>Leitfrage: „Woher kommen die Funktionsgleichungen?“</b></p> <p>In unterschiedlichen Kontexten werden die Parameter der Scheitelpunktform einer quadratischen Funktion angepasst.</p> <p>Die Beschreibung von Links- und Rechtskurven über die Zu- und Abnahme der Steigung führt zu einer geometrischen Deutung der zweiten Ableitung einer Funktion als „Krümmung“ des Graphen und zur Betrachtung von Wendepunkten.</p> <p>Die simultane Betrachtung beider Ableitungen führt zur Entdeckung eines weiteren hinreichenden Kriteriums für Extrempunkte. Anhand einer Funktion mit Sattelpunkt wird die Grenze dieses hinreichenden Kriteriums entdeckt. Vor- und Nachteile der beiden hinreichenden Kriterien werden abschließend von den Lernenden kritisch bewertet.</p> <p>Im Zusammenhang mit unterschiedlichen Kontexten werden aus gegebenen Eigenschaften (Punkten, Symmetrieüberlegungen, Bedingungen an die 1. und 2. Ableitung) Gleichungssysteme für die Parameter ganzrationaler Funktionen entwickelt.</p> <p>Schülerinnen und Schüler erhalten Gelegenheit, über Grundannahmen der Modellierung (Grad der Funktion, Symmetrie, Lage im Koordinatensystem, Ausschnitt) selbst zu entscheiden, deren Angemessenheit zu reflektieren und ggf. Veränderungen vorzunehmen.</p> <p>LGS werden sowohl mit als auch ohne den GTR gelöst.</p> <p>Über freie Parameter (aus unterbestimmten Gleichungssystemen) werden Lösungsscharen erzeugt und deren Elemente hinsichtlich ihrer Eignung für</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>• beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (<i>Validieren</i>)</li> <li>• beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (<i>Validieren</i>)</li> <li>• verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung (<i>Validieren</i>)</li> <li>• reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen (<i>Validieren</i>)</li> </ul> <p><b>Werkzeuge nutzen</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum ... Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen</li> <li>• ... zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen</li> <li>• nutzen mathematische Hilfsmittel und digitale Werkzeuge zum Erkunden [...], Berechnen und Darstellen</li> </ul>	<p>das Modellierungsproblem untersucht und beurteilt. An innermathematischen „Steckbriefen“ werden Fragen der Eindeutigkeit der Modellierung und der Einfluss von Parametern auf den Funktionsgraphen untersucht.</p>
<p><b>Thema:</b> Von der Änderungsrate zum Bestand (Q-LK-A3)</p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren Produktsummen im Kontext als Rekonstruktion des Gesamtbestandes oder Gesamteffektes einer Größe</li> <li>• deuten die Inhalte von orientierten Flächen im Kontext</li> <li>• skizzieren zu einer gegebenen Randfunktion die zugehörige Flächeninhaltsfunktion</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b> <b>Kommunizieren</b> Die Schüler*innen</p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus [...] mathemathikhaltigen Texten und Darstellungen, aus mathematischen Fachtexten sowie aus Unterrichtsbeiträgen (<i>Rezipieren</i>)</li> <li>• formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege (<i>Produzieren</i>)</li> <li>• wählen begründet eine geeignete Darstellungsform aus (<i>Produzieren</i>)</li> <li>• wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (<i>Produzieren</i>)</li> <li>• dokumentieren Arbeitsschritte nachvollziehbar (<i>Produzieren</i>)</li> <li>• erstellen Ausarbeitungen und präsentieren sie (<i>Produzieren</i>)</li> </ul>	
<b>Thema:</b> <i>Von der Randfunktion zur Integralfunktion (Q-LK-A4)</i>	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> <i>Die Schüler*innen</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern und vollziehen an geeigneten Beispielen den Übergang von der Produktsumme zum Integral auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs</li> <li>• erläutern den Zusammenhang zwischen Änderungsrate und Integralfunktion</li> <li>• deuten die Ableitung mithilfe der Approximation durch lineare Funktionen</li> <li>• nutzen die Intervalladditivität und Linearität von Integralen</li> <li>• begründen den Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung unter Verwendung eines anschaulichen Stetigkeitsbegriffs</li> <li>• bestimmen Stammfunktionen ganzzahliger Funktionen</li> <li>• bestimmen Integrale numerisch [...]</li> <li>• ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate oder der Randfunktion</li> <li>• bestimmen Flächeninhalte und Volumina von Körpern, die durch die Rotation um die Abszisse entstehen, mit Hilfe von bestimmten und un-eigentlichen Integralen</li> </ul>	<i>Mit der Mittelwertberechnung kann bei entsprechend zur Verfügung stehender Zeit (über den Kernlehrplan hinausgehend) noch eine weitere wichtige Grundvorstellung des Integrals erarbeitet werden. Hier bieten sich Ver-netzungen mit dem Inhaltsfeld Stochastik an.</i>

<p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b></p> <p><b>Argumentieren</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Vermutungen auf (<i>Vermuten</i>)</li> <li>• unterstützen Vermutungen beispielgebunden (<i>Vermuten</i>)</li> <li>• präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (<i>Vermuten</i>)</li> <li>• stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (<i>Begründen</i>)</li> <li>• verknüpfen Argumente zu Argumentationsketten (<i>Begründen</i>)</li> <li>• erklären vorgegebene Argumentationen und mathematische Beweise (<i>Begründen</i>)</li> <li>• überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (<i>Beurteilen</i>)</li> </ul> <p><b>Werkzeuge nutzen</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen [...] digitale Werkzeuge [<i>Erg. Fachkonferenz: Tabellenkalkulation und Funktionenplotter</i>] zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen</li> <li>• verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum ... <ul style="list-style-type: none"> <li>... Messen von Flächeninhalten zwischen Funktionsgraph und Abszisse</li> <li>... Ermitteln des Wertes eines bestimmten Integrals</li> </ul> </li> </ul>	
<p><b>Thema:</b> <i>Natürlich: Exponentialfunktionen und Logarithmus (Q-LK-A5)</i></p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Eigenschaften von Exponentialfunktionen und begründen die besondere Eigenschaft der natürlichen Exponentialfunktion</li> <li>• führen Eigenschaften von zusammengesetzten Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung) argumentativ auf deren Bestandteile zurück</li> <li>• wenden die Produkt- und Kettenregel zum Ableiten von Funktionen an</li> </ul>	<p>Mit Hilfe digitaler Werkzeuge werden die Bedeutung der verschiedenen Parameter und die Veränderungen durch Transformationen veranschaulicht.</p>

- nutzen die natürliche Logarithmusfunktion als Umkehrfunktion der natürlichen Exponentialfunktion
- bilden die Ableitungen weiterer Funktionen:
  - natürliche Exponentialfunktion
  - Exponentialfunktionen mit beliebiger Basis
  - natürliche Logarithmusfunktion
- nutzen die natürliche Logarithmusfunktion als Stammfunktion der Funktion:  $x \rightarrow 1/x$ .

### Prozessbezogene Kompetenzen:

#### **Problemlösen**

##### *Die Schüler\*innen*

- erkennen und formulieren einfache und komplexe mathematische Probleme (*Erkunden*)
- entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (*Lösen*)
- nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (z. B. systematisches Probieren, Darstellungswechsel, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme) (*Lösen*)
- führen einen Lösungsplan zielgerichtet aus (*Lösen*)
- variieren Fragestellungen auf dem Hintergrund einer Lösung (*Reflektieren*)

#### **Werkzeuge nutzen**

##### *Die Schüler\*innen*

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

<b>Thema:</b> <i>Modellieren (nicht nur) mit Exponentialfunktionen (Q-LK-A6)</i>	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden Exponentialfunktionen zur Beschreibung von Wachstums- und Zerfallsvorgängen und vergleichen die Qualität der Modellierung exemplarisch mit einem begrenzten Wachstum</li> <li>• bestimmen Integrale [...] mithilfe von gegebenen oder Nachschlagewerken entnommenen Stammfunktionen</li> <li>• ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate oder der Randfunktion</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b> <b>Modellieren</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>• übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>• erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>• ordnen einem mathematischen Modell verschiedene passende Sachsituationen zu (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>• beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (<i>Validieren</i>)</li> <li>• beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (<i>Validieren</i>)</li> <li>• verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung (<i>Validieren</i>)</li> <li>• reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen (<i>Validieren</i>)</li> </ul>	<p>An mindestens einem Beispiel wird auch ein beschränktes Wachstum untersucht.</p> <p>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.</p> <p>Weitere Kontexte bieten Anlass zu komplexen Modellierungen mit Funktionen anderer Funktionenklassen, insbesondere unter Berücksichtigung von Parametern, für die Einschränkungen des Definitionsbereiches oder Fallunterscheidungen vorgenommen werden müssen.</p>

## Q-Phase Leistungskurs Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

Thema: Beschreibung von Bewegungen und Schattenwurf mit Geraden (Q-LK-G1)	
Zu entwickelnde Kompetenzen	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen Geraden in Parameterform dar</li> <li>interpretieren den Parameter von Geradengleichungen im Sachkontext</li> <li>stellen geradlinig begrenzte Punktmengen in Parameterform dar</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b></p> <p><b>Modellieren</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (<i>Validieren</i>)</li> <li>verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung (<i>Validieren</i>)</li> </ul> <p><b>Werkzeuge nutzen</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>nutzen Geodreiecke, geometrische Modelle und Dynamische-Geometrie-Software</li> <li>verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum ... grafischen Darstellen von Ortsvektoren, Vektorsummen und</li> </ul>	<p>Lineare Bewegungen werden z. B. im Kontext von Flugbahnen (Kondensstreifen) durch Startpunkt, Zeitparameter und Geschwindigkeitsvektor beschrieben und können ggf. dynamisch mit DGS dargestellt werden. Dabei sollten Modellierungsfragen (reale Geschwindigkeiten, Größe der Flugobjekte, Flugebenen) einbezogen werden.  <i>Eine Vertiefung kann darin bestehen, den Betrag der Geschwindigkeit mittels einer Funktion zu variieren, z. B. zur Beschreibung einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung.</i></p> <p>In jedem Fall soll der Unterschied zwischen einer Geraden als Punktmenge (hier die Flugbahn) und einer Parametrisierung dieser Punktmenge als Funktion (von der Parametermenge in den Raum) herausgearbeitet werden.</p> <p>Ergänzend zum dynamischen Zugang wird die rein geometrische Frage aufgeworfen, wie eine Gerade durch zwei Punkte zu beschreiben ist. Hierbei wird herausgearbeitet, dass zwischen unterschiedlichen Parametrisierungen einer Geraden gewechselt werden kann. Durch Einschränkung des Definitionsbereichs werden Strahlen und Strecken einbezogen. Punktproben sowie die Berechnung von Schnittpunkten mit den Grundebenen erlauben die Darstellung in räumlichen Koordinatensystemen. Solche Darstellungen sollten geübt werden.</p> <p>Auf dieser Grundlage können z. B. Schattenwürfe von Gebäuden in Parallel- und Zentralprojektion auf eine der Grundebenen berechnet und zeichnerisch dargestellt werden. Inhaltlich schließt die Behandlung von Schrägbildern an das Thema E-G1 an.</p>

Geraden ... Darstellen von Objekten im Raum	
<b>Thema:</b> <i>Die Welt vermessen – das Skalarprodukt und seine ersten Anwendungen (Q-LK-G2)</i>	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten das Skalarprodukt geometrisch und berechnen es</li> <li>• untersuchen mit Hilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung)</li> <li>• bestimmen Abstände zwischen Punkten und Geraden [...]</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b> <b>Problemlösen</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen und formulieren einfache und komplexe mathematische Probleme (<i>Erkunden</i>)</li> <li>• analysieren und strukturieren die Problemsituation (<i>Erkunden</i>)</li> <li>• entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (<i>Lösen</i>)</li> <li>• vergleichen verschiedene Lösungswege bezüglich Unterschieden und Gemeinsamkeiten (<i>Reflektieren</i>)</li> </ul>	<p>Das Skalarprodukt wird zunächst als Indikator für Orthogonalität aus einer Anwendung des Satzes von Pythagoras entwickelt. Durch eine Zerlegung in parallele und orthogonale Komponenten wird der geometrische Aspekt der Projektion betont. Dies wird zur Einführung des Winkels über den Kosinus genutzt.</p> <p><i>Eine weitere Bedeutung des Skalarproduktes kann mit den gleichen Überlegungen am Beispiel der physikalischen Arbeit erschlossen werden.</i></p> <p>Die formale Frage nach der Bedeutung eines Produktes von zwei Vektoren sowie den dabei gültigen Rechengesetzen wird im Zusammenhang mit der Analyse von typischen Fehlern (z. B. Division durch einen Vektor) gestellt.</p> <p>Anknüpfend an das Thema E-G2 werden Eigenschaften von Dreiecken und Vierecken auch mithilfe des Skalarproduktes untersucht. Dabei bieten sich vorrangig Problemlöseaufgaben (z. B. Nachweis von Viereckstypen) an.</p> <p><i>Ein Vergleich von Lösungswegen mit und ohne Skalarprodukt kann im Einzelfall dahinterliegende Sätze transparent machen wie z. B. die Äquivalenz der zum Nachweis einer Raute benutzten Bedingungen <math>(\vec{a} + \vec{b}) \cdot (\vec{a} - \vec{b}) = 0</math> und <math>(\vec{a})^2 = (\vec{b})^2</math> für die Seitenvektoren <math>\vec{a}</math> und <math>\vec{b}</math> eines Parallelogramms.</i></p> <p>In Anwendungskontexten (z. B. Vorbeiflug eines Flugzeugs an einem Hindernis unter Einhaltung eines Sicherheitsabstandes) wird entdeckt, wie der Abstand eines Punktes von einer Geraden u. a. über die Bestimmung eines Lotfußpunktes ermittelt werden kann. Hierbei werden unterschiedliche Lösungswege zugelassen und verglichen. Eine Vernetzung mit Verfahren der Analysis zur Abstandsminimierung bietet sich an.</p>



<b>Thema:</b> Ebenen als Lösungsmengen von linearen Gleichungen und ihre Beschreibung durch Parameter (Q-LK-G3)	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen lineare Gleichungssysteme in Matrix-Vektor-Schreibweise dar</li> <li>• stellen Ebenen in Koordinaten- und in Parameterform dar</li> <li>• deuten das Skalarprodukt geometrisch und berechnen es</li> <li>• stellen Ebenen in Normalenform dar und nutzen diese zur Orientierung im Raum</li> <li>• bestimmen Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b></p> <p><b>Argumentieren</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (Ober-/Unterbegriff) (<i>Begründen</i>)</li> <li>• nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (<i>Begründen</i>)</li> <li>• überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (<i>Beurteilen</i>)</li> </ul> <p><b>Kommunizieren</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern mathematische Begriffe in theoretischen und in Sachzusammenhängen (<i>Rezipieren</i>)</li> <li>• formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege (<i>Produzieren</i>)</li> <li>• wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (<i>Produzieren</i>)</li> </ul>	<p>Im Sinne verstärkt wissenschaftspropädeutischen Arbeitens wird folgender anspruchsvoller, an Q-LK-G2 anknüpfender Weg vorgeschlagen:</p> <p>Betrachtet wird die Gleichung: <math>\vec{u} \cdot (\vec{x} - \vec{a}) = 0</math>. Durch systematisches Probieren oder Betrachten von Spezialfällen (<math>\vec{a} = 0</math>) wird die Lösungsmenge geometrisch als Ebene gedeutet.</p> <p>Die unterschiedlichen Darstellungsformen dieser Ebenengleichung und ihre jeweilige geometrische Deutung (Koordinatenform, Achsenabschnittsform, Hesse-Normalenform als Sonderformen der Normalenform) werden gegenübergestellt, verglichen und in Beziehung gesetzt. Die Achsenabschnittsform erleichtert es, Ebenen zeichnerisch darzustellen.</p> <p><i>Vertiefend (und über den Kernlehrplan hinausgehend) kann bei genügend zur Verfügung stehender Zeit die Lösungsmenge eines Systems von Koordinatengleichungen als Schnittmenge von Ebenen geometrisch gedeutet werden. Dabei wird die Matrix-Vektor-Schreibweise genutzt. Dies bietet weitere Möglichkeiten, bekannte mathematische Sachverhalte zu vernetzen. Die Auseinandersetzung mit der Linearen Algebra wird in Q-LK-G4 weiter vertieft.</i></p> <p>Als weitere Darstellungsform wird nun die Parameterform der Ebenengleichung entwickelt. Als Einstiegskontext dient eine Dachkonstruktion mit Sparren und Querlatten. Diese bildet ein schiefwinkliges Koordinatensystem in der Ebene. Damit wird die Idee der Koordinatisierung aus dem Thema E-G2 wieder aufgegriffen. Durch Einschränkung des Definitionsbereichs werden Parallelogramme und Dreiecke beschrieben. So können auch anspruchsvollere Modellierungsaufgaben gestellt werden.</p> <p>Ein Wechsel zwischen Koordinatenform und Parameterform der Ebene ist über die drei Achsenabschnitte möglich. Alternativ wird ein Normalenvektor mit Hilfe eines Gleichungssystems bestimmt.</p>

<b>Thema:</b> <i>Lagebeziehungen und Abstandsprobleme bei geradlinig bewegten Objekten (Q-LK-G4)</i>	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren den Parameter von Geradengleichungen im Sachkontext</li> <li>• untersuchen Lagebeziehungen zwischen Geraden [...]</li> <li>• berechnen Schnittpunkte von Geraden sowie Durchstoßpunkte von Geraden mit Ebenen und deuten sie im Sachkontext</li> <li>• bestimmen Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b></p> <p><b>Argumentieren</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (<i>Vermuten</i>)</li> <li>• stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (Ober-/Unterbegriff) (<i>Begründen</i>)</li> <li>• nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (<i>Begründen</i>)</li> <li>• berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige/hinreichende Bedingung, Folgerungen/Äquivalenz, Und-/Oder- Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen) (<i>Begründen</i>)</li> <li>• überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (<i>Beurteilen</i>)</li> </ul> <p><b>Kommunizieren</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern mathematische Begriffe in theoretischen und in Sachzusammenhängen (<i>Rezipieren</i>)</li> <li>• verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang (<i>Produzieren</i>)</li> <li>• wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (<i>Produzieren</i>)</li> </ul>	<p>Die Berechnung des Schnittpunkts zweier Geraden ist eingebettet in die Untersuchung von Lagebeziehungen. Die Existenzfrage führt zur Unterscheidung der vier möglichen Lagebeziehungen.</p> <p>Als ein Kontext kann die Modellierung von Flugbahnen (Kondensstreifen) aus Thema Q-LK-G1 wieder aufgenommen werden, insbesondere mit dem Ziel, die Frage des Abstandes zwischen Flugobjekten im Unterschied zur Abstandsberechnung zwischen den Flugbahnen zu vertiefen. Hier bietet sich wiederum eine Vernetzung mit den Verfahren der Analysis zur Abstandsminimierung an.</p> <p>Die Berechnung des Abstandes zweier Flugbahnen kann für den Vergleich unterschiedlicher Lösungsvarianten genutzt werden. Dabei wird unterschieden, ob die Lotfußpunkte der kürzesten Verbindungsstrecke mitberechnet werden oder nachträglich aus dem Abstand bestimmt werden müssen.</p> <p>In der Rückschau sollten die Schüler nun einen Algorithmus entwickeln, um über die Lagebeziehung zweier Geraden zu entscheiden. Flussdiagramme und Tabellen sind ein geeignetes Mittel, solche Algorithmen darzustellen. In diesem Teil des Unterrichtsvorhabens sollten nicht nur logische Strukturen reflektiert, sondern auch Unterrichtsformen gewählt werden, bei denen Kommunikationsprozesse im Team unter Verwendung der Fachsprache angeregt werden.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• erstellen Ausarbeitungen und präsentieren sie (<i>Produzieren</i>)</li> <li>• vergleichen und beurteilen ausgearbeitete Lösungen hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität (<i>Diskutieren</i>)</li> </ul>	
<b>Thema:</b> <i>Untersuchungen an Polyedern (Q-LK-G5)</i>	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen lineare Gleichungssysteme in Matrix-Vektor-Schreibweise dar</li> <li>• beschreiben den Gauß-Algorithmus als Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme</li> <li>• wenden den Gauß-Algorithmus ohne digitale Werkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten an</li> <li>• interpretieren die Lösungsmenge von linearen Gleichungssystemen</li> <li>• stellen geradlinig begrenzte Punktmengen in Parameterform dar</li> <li>• untersuchen Lagebeziehungen [...] zwischen Geraden und Ebenen</li> <li>• berechnen (Schnittpunkte von Geraden sowie) Durchstoßpunkte von Geraden mit Ebenen und deuten sie im Sachkontext</li> <li>• untersuchen mit Hilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung)</li> <li>• bestimmen Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b> <b>Problemlösen</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen und formulieren einfache und komplexe mathematische Probleme (<i>Erkunden</i>)</li> <li>• analysieren und strukturieren die Problemsituation (<i>Erkunden</i>)</li> <li>• entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (<i>Lösen</i>)</li> <li>• nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (z. B. [...] Darstellungswechsel, Zerlegen und Ergänzen, Symmetrien verwenden, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Fallunterscheidungen, Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten, [...]) (<i>Lösen</i>)</li> </ul>	<p>Tetraeder, Pyramiden, Würfel, Prismen und Oktaeder bieten vielfältige Anlässe für offen angelegte geometrische Untersuchungen und können auf reale Objekte bezogen werden. Hier kann ggf. eine räumliche Geometrie-Software eingesetzt werden. Wo möglich, werden auch elementargeometrische Lösungswege als Alternative aufgezeigt Die Bestimmung von Längen und Winkeln setzt das Thema Q-LK-G2 direkt fort. Winkel zwischen einer Geraden und einer Ebene erlauben Rückschlüsse auf ihre Lagebeziehung.</p> <p>Abstände von Punkten zu Geraden (Q-LK-G2) und zu Ebenen (Q-LK-G3) ermöglichen es z. B., die Fläche eines Dreiecks oder die Höhe und das Volumen einer Pyramide zu bestimmen. Abgesehen von der Abstandsrechnung zwischen Geraden (erst in Q-LK-G5) müssen weitere Formen der Abstandsberechnungen nicht systematisch abgearbeitet werden, sie können bei Bedarf im Rahmen von Problemlöseprozessen in konkrete Aufgaben integriert werden.</p> <p>Das Gauß-Verfahren soll anknüpfend an das Thema Q-LK-A2 im Zusammenhang mit der Berechnung von Schnittfiguren oder bei der Konstruktion regelmäßiger Polyeder vertieft werden. Weiter bietet der Einsatz des GTR Anlass, z. B. über die Interpretation der trigonalisierten Koeffizientenmatrix die Dimension des Lösungsraumes zu untersuchen. Die Vernetzung der geometrischen Vorstellung und der algebraischen Formalisierung soll stets deutlich werden.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus (<i>Lösen</i>)</li> <li>beurteilen und optimieren Lösungswege mit Blick auf Richtigkeit und Effizienz (<i>Reflektieren</i>)</li> </ul> <p><b>Werkzeuge nutzen</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum ... Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen</li> <li>... Durchführen von Operationen mit Vektoren und Matrizen</li> </ul>	
<p><b>Thema:</b> <i>Strategieentwicklung bei geometrischen Problemsituationen und Beweisaufgaben (Q-LK-G6)</i></p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen Geraden in Parameterform dar</li> <li>stellen Ebenen in Koordinaten- und in Parameterform dar</li> <li>stellen geradlinig begrenzte Punktmengen in Parameterform dar</li> <li>untersuchen Lagebeziehungen zwischen Geraden und zwischen Geraden und Ebenen</li> <li>berechnen Schnittpunkte von Geraden sowie Durchstoßpunkte von Geraden mit Ebenen und deuten sie im Sachkontext</li> <li>untersuchen mit Hilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung)</li> <li>stellen Ebenen in Normalenform dar und nutzen diese zur Orientierung im Raum</li> <li>bestimmen Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b> <b>Modellieren</b> Die Schüler*innen</p>	<p><i>Hinweis: Angesichts des begrenzten Zeitrahmens ist es wichtig, den Fokus der Unterrichtstätigkeit nicht auf die Vollständigkeit einer „Rezeptsammlung“ und deren hieb- und stichfeste Einübung zu allen denkbaren Varianten zu legen, sondern bei den Schülerinnen und Schülern prozessbezogene Kompetenzen zu entwickeln, die sie in die Lage versetzen, problemhaltige Aufgaben zu bearbeiten und dabei auch neue Anregungen zu verwerten.</i></p> <p>Es empfiehlt sich: 1) eine planerische Skizze anzufertigen und die gegebenen geometrischen Objekte abstrakt zu beschreiben, 2) geometrische Hilfsobjekte einzuführen, 3) an geometrischen Situationen Fallunterscheidungen vorzunehmen, 4) bekannte Verfahren zielgerichtet einzusetzen und in komplexeren Abläufen zu kombinieren, 5) unterschiedliche Lösungswege Kriterien gestützt zu vergleichen.</p> <p>Bei der Durchführung der Lösungswege können Die Schüler*innen auf das entlastende Werkzeug des GTR zurückgreifen.</p> <p>Bei Beweisaufgaben sollen Die Schüler*innen Formalisierungen in Vektorschreibweise rezipieren und ggf. selbst vornehmen. Dabei spielt auch die Entdeckung einer Gesetzmäßigkeit – ggf. mit Hilfe von DGS – eine Rolle. Geeignete Beispiele bieten der Satz von Varignon oder der Sehnen-(Tangenten-)satz von Euklid.</p>

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

### **Problemlösen**

#### *Die Schüler\*innen*

- wählen heuristische Hilfsmittel (z. B. Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren) aus, um die Situation zu erfassen (*Erkunden*)
- entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (*Lösen*)
- nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (z. B. Analogiebetrachtungen, Schätzen und Überschlagen, systematisches Probieren oder Ausschließen, Darstellungswechsel, Zerlegen und Ergänzen, Symmetrien verwenden, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Fallunterscheidungen, Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten, Verallgemeinern) (*Lösen*)
- führen einen Lösungsplan zielgerichtet aus (*Lösen*)
- vergleichen verschiedene Lösungswege bezüglich Unterschieden und Gemeinsamkeiten (*Reflektieren*)
- beurteilen und optimieren Lösungswege mit Blick auf Richtigkeit und Effizienz (*Reflektieren*)
- analysieren und reflektieren Ursachen von Fehlern (*Reflektieren*)
- variieren Fragestellungen auf dem Hintergrund einer Lösung (*Reflektieren*)

Die erworbenen Kompetenzen im Problemlösen sollen auch in Aufgaben zum Einsatz kommen, die einen Kontextbezug enthalten, so dass dieses Unterrichtsvorhaben auch unmittelbar zur Abiturvorbereitung überleitet bzw. zum Zweck der Abiturvorbereitung noch einmal wiederaufgenommen werden soll.

## Q-Phase Leistungskurs Stochastik (S)

<b>Thema:</b> Von stochastischen Modellen, Zufallsgrößen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen und ihren Kenngrößen (Q-LK-S1)	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen Lage- und Streumaße von Stichproben</li> <li>• erläutern den Begriff der Zufallsgröße an geeigneten Beispielen</li> <li>• bestimmen den Erwartungswert <math>\mu</math> und die Standardabweichung <math>\sigma</math> von Zufallsgrößen und treffen damit prognostische Aussagen</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b>  <b>Modellieren</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>• erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>• beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (<i>Validieren</i>)</li> </ul>	<p>Anhand verschiedener Glücksspiele wird zunächst der Begriff der Zufallsgröße und der zugehörigen Wahrscheinlichkeitsverteilung (als Zuordnung von Wahrscheinlichkeiten zu den möglichen Werten, die die Zufallsgröße annimmt) zur Beschreibung von Zufallsexperimenten eingeführt.</p>
<b>Thema:</b> Treffer oder nicht? – Bernoulli-Experimente und Binomialverteilungen (Q-LK-S2)	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden Bernoulliketten zur Beschreibung entsprechender Zufallsexperimente</li> <li>• erklären die Binomialverteilung einschließlich der kombinatorischen Bedeutung der Binomialkoeffizienten und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten</li> </ul>	<p>Durch Vergleich mit dem „Ziehen ohne Zurücklegen“ wird geklärt, dass die Anwendung des Modells ‚Bernoullikette‘ eine bestimmte Realsituation voraussetzt, d. h. dass die Treffer von Stufe zu Stufe unabhängig voneinander mit konstanter Wahrscheinlichkeit erfolgen.</p> <p><i>Hinweis: Der Einsatz des GTR zur Berechnung singulärer sowie kumulierter Wahrscheinlichkeiten ermöglicht den Verzicht auf stochastische Tabellen und eröffnet aus der numerischen Perspektive den Einsatz von Aufgaben in realitätsnahen Kontexten.</i></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen Binomialverteilungen und ihre Kenngrößen zur Lösung von Problemstellungen</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b></p> <p><b>Modellieren</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>• erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>• beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (<i>Validieren</i>)</li> </ul> <p><b>Werkzeuge nutzen</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen grafikfähige Taschenrechner und Tabellenkalkulationen [...]</li> <li>• verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum <ul style="list-style-type: none"> <li>... Generieren von Zufallszahlen</li> <li>... Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei binomialverteilten Zufallsgrößen</li> <li>... Erstellen der Histogramme von Binomialverteilungen</li> </ul> </li> </ul>	
<p><b>Thema:</b> <i>Untersuchung charakteristischer Größen von Binomialverteilungen (Q-LK-S3)</i></p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Einfluss der Parameter <math>n</math> und <math>p</math> auf Binomialverteilungen und ihre graphische Darstellung</li> <li>• bestimmen den Erwartungswert <math>\mu</math> und die Standardabweichung <math>\sigma</math> von (binomialverteilten) Zufallsgrößen und treffen damit prognostische Aussagen</li> <li>• nutzen die <math>\sigma</math>-Regeln für prognostische Aussagen</li> <li>• nutzen Binomialverteilungen und ihre Kenngrößen zur Lösung von Problemstellungen</li> </ul>	<p>Eine Visualisierung der Verteilung sowie des Einflusses von Stichprobenumfang <math>n</math> und Trefferwahrscheinlichkeit <math>p</math> erfolgt durch die graphische Darstellung der Verteilung als Histogramm unter Nutzung digitaler Medien.</p> <p>Während sich die Berechnung des Erwartungswertes erschließt, kann die Formel für die Standardabweichung induktiv entdeckt werden: In einer Tabellenkalkulation wird bei festem <math>n</math> und <math>p</math> für jedes <math>k</math> die quadratische Abweichung vom Erwartungswert mit der zugehörigen Wahrscheinlichkeit multipliziert. Die Varianz als Summe dieser Werte wird zusammen mit dem Erwartungswert in einer weiteren Tabelle notiert. Durch systema-</p>

## Prozessbezogene Kompetenzen:

### Problemlösen

#### Die Schüler\*innen

- analysieren und strukturieren die Problemsituation (*Erkunden*)
- wählen heuristische Hilfsmittel (z. B. Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren) aus, um die Situation zu erfassen (*Erkunden*)
- erkennen Muster und Beziehungen (*Erkunden*)
- entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (*Lösen*)
- nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (z. B. Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Verallgemeinern) (*Lösen*)
- interpretieren Ergebnisse auf dem Hintergrund der Fragestellung (*Reflektieren*)

### Werkzeuge nutzen

#### Die Schüler\*innen

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

tisches Variieren von n und p entdecken die Lernenden die funktionale Abhängigkeit der Varianz von diesen Parametern und die Formel  $\sigma = \sqrt{n \cdot p \cdot (1 - p)}$ .

Das Konzept der  $\sigma$ -Umgebungen wird durch experimentelle Daten abgeleitet. Es wird benutzt, um Prognoseintervalle anzugeben, den notwendigen Stichprobenumfang für eine vorgegebene Genauigkeit zu bestimmen und um das  $\frac{1}{\sqrt{n}}$ -Gesetz der großen Zahlen zu präzisieren.



<b>Thema:</b> <i>Ist die Glocke normal? (Q-LK-S4)</i>	
<b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b>	<b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden diskrete und stetige Zufallsgrößen und deuten die Verteilungsfunktion als Integralfunktion</li> <li>• untersuchen stochastische Situationen, die zu annähernd normalverteilten Zufallsgrößen führen</li> <li>• beschreiben den Einfluss der Parameter <math>\mu</math> und <math>\sigma</math> auf die Normalverteilung und die graphische Darstellung ihrer Dichtefunktion (Gaußsche Glockenkurve)</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b></p> <p><b>Modellieren</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen und strukturieren [...] komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>• übersetzen [...] komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>• erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>• beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (<i>Validieren</i>)</li> <li>• reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen (<i>Validieren</i>)</li> </ul> <p><b>Problemlösen</b> <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen Muster und Beziehungen (<i>Erkunden</i>)</li> <li>• entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (<i>Lösen</i>)</li> <li>• wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen (<i>Lösen</i>)</li> </ul>	<p>Da auf dem GTR die Normalverteilung einprogrammiert ist, spielt die Approximation der Binomialverteilung durch die Normalverteilung (Satz von de Moivre-Laplace) für die Anwendungsbeispiele im Unterricht eine untergeordnete Rolle. Dennoch sollte bei genügender Zeit deren Herleitung als Vertiefung der Integralrechnung im Leistungskurs thematisiert werden, da der Übergang von der diskreten zur stetigen Verteilung in Analogie zur Approximation von Flächen durch Produktsummen nachvollzogen werden kann (vgl. Q-LK-A3). Die Visualisierung erfolgt mithilfe digitaler Medien.</p> <p>Theoretisch ist von Interesse, dass es sich bei der Gaußschen Glockenkurve um den Graphen einer Randfunktion handelt, zu deren Stammfunktion (Gaußsche Integralfunktion) kein Term angegeben werden kann.</p>

<p><b>Werkzeuge nutzen</b>  <b>Die Schüler*innen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum ... Generieren von Zufallszahlen  ... Variieren der Parameter von Wahrscheinlichkeitsverteilungen  ... Erstellen der Histogramme von Binomialverteilungen  ... Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei normalverteilten Zufallsgrößen</li> <li>• nutzen digitale Hilfsmittel und digitale Werkzeuge zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen</li> <li>• entscheiden situationsangemessen über den Einsatz mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge, wählen sie gezielt aus und nutzen sie zum Erkunden ..., Berechnen und Darstellen</li> <li>• reflektieren und begründen die Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge</li> </ul>	
<p><b>Thema:</b>     <i>Signifikant und relevant? – Testen von Hypothesen (Q-LK-S5)</i></p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren Hypothesentests bezogen auf den Sachkontext und das Erkenntnisinteresse</li> <li>• beschreiben und beurteilen Fehler 1. und 2. Art</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b>  <b>Modellieren</b>  <i>Die Schüler*innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (<i>Strukturieren</i>)</li> <li>• übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (<i>Mathematisieren</i>)</li> <li>• erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (<i>Mathematisieren</i>)</li> </ul>	<p>Im Rahmen eines realitätsnahen Kontextes werden folgende Fragen diskutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Welche Hypothesen werden aufgestellt? Wer formuliert diese mit welcher Interessenlage?</li> <li>- Welche Fehlentscheidungen treten beim Testen auf? Welche Konsequenzen haben sie?</li> </ul> <p>Durch Untersuchung und Variation gegebener Entscheidungsregeln werden die Bedeutung des Signifikanzniveaus und der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Fehlentscheidungen 1. und 2. Art zur Beurteilung des Testverfahrens erarbeitet.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (<i>Validieren</i>)</li> </ul> <p><b>Kommunizieren</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus zunehmend komplexen mathematikhaltigen Texten und Darstellungen, aus mathematischen Fachtexten sowie aus Unterrichtsbeiträgen (<i>Rezipieren</i>)</li> <li>• formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege (<i>Produzieren</i>)</li> <li>• führen Entscheidungen auf der Grundlage fachbezogener Diskussionen herbei (<i>Diskutieren</i>)</li> </ul>	
<p><b>Thema:</b> Von Übergängen und Prozessen (Q-LK-S6)</p>	
<p><b>Zu entwickelnde Kompetenzen</b></p>	<p><b>Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen</b></p>
<p><b>Inhaltsbezogene Kompetenzen:</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben stochastische Prozesse mithilfe von Zustandsvektoren und stochastischen Übergangsmatrizen</li> <li>• verwenden die Matrizenmultiplikation zur Untersuchung stochastischer Prozesse (Vorhersage nachfolgender Zustände, numerisches Bestimmen sich stabilisierender Zustände)</li> </ul> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b> <b>Modellieren</b> Die Schüler*innen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (Strukturieren)</li> <li>• übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (Mathematisieren)</li> <li>• erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (Mathematisieren)</li> </ul>	<p>Die Behandlung stochastischer Prozesse sollte genutzt werden, um zentrale Begriffe aus Stochastik (Wahrscheinlichkeit, relative Häufigkeit) und Analysis (Grenzwert) mit Begriffen und Methoden der Linearen Algebra (Vektor, Matrix, lineare Gleichungssysteme) zu vernetzen. Schülerinnen und Schüler modellieren dabei in der Realität komplexe Prozesse, deren langfristige zeitliche Entwicklung untersucht und als Grundlage für Entscheidungen und Maßnahmen genutzt werden kann.</p> <p>Der Auftrag an Schülerinnen und Schüler, einen stochastischen Prozess graphisch darzustellen, führt in der Regel zur Erstellung eines Baumdiagramms, dessen erste Stufe den Ausgangszustand beschreibt. Im Zusammenhang mit der Interpretation der Pfadregeln als Gleichungssystem können sie daraus die Matrix-Vektor-Darstellung des Prozesses entwickeln.</p> <p>Untersuchungen in unterschiedlichen realen Kontexten führen zur Entwicklung von Begriffen zur Beschreibung von Eigenschaften stochastischer Prozesse (Potenzen der Übergangsmatrix, Grenzmatrix, stabile Verteilung, absorbierender Zustand). Hier bietet sich eine Vernetzung mit der Linearen Algebra hinsichtlich der Betrachtung linearer Gleichungssysteme und ihrer Lösungsmengen an.</p>

- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (Validieren)

### **Argumentieren**

#### *Die Schüler\*innen*

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

Eine nicht obligatorische Vertiefungsmöglichkeit besteht darin, Ausgangszustände über ein entsprechendes Gleichungssystem zu ermitteln und zu erfahren, dass der GTR als Hilfsmittel dazu die inverse Matrix bereitstellt.

## IV Grundsätze der Leistungsbewertung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOST sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Mathematik hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

### *Verbindliche Absprachen*

- Für die Aufgabenstellung der Klausuraufgaben werden die Operatoren der Aufgaben des Zentralabiturs verwendet. Diese sind mit den Schülerinnen und Schülern zu besprechen.
- In den Klausuren können Darstellungspunkte vergeben werden.

### IV.1 Kriterien für Klausuren

Für die Jgst. EF, Q1 und Q2 gilt für die Zuordnung einer Note zu einer Punktzahl in der Regel folgender Schlüssel:

Note	1+	1	1-	2+	2	2-	3+	3	3-	4+	4	4-	5+	5	5-	6
Erreichte Punktzahl in %	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	33	27	20	0

Von den genannten Zuordnungsschemata kann im Einzelfall begründet abgewichen werden, wenn sich z. B. besonders originelle Teillösungen nicht durch Hilfspunkte gemäß den Kriterien des Erwartungshorizontes abbilden lassen oder eine Abwertung wegen besonders schwacher Darstellung (APO-GOST §13 (2)) angemessen erscheint.

### IV.2 Kriterien für die Bewertung der sonstigen Mitarbeit

In die Bewertung der sonstigen Mitarbeit fließen folgende Aspekte ein, die den Schülerinnen und Schülern bekanntgegeben werden müssen:

- Beteiligung am Unterrichtsgespräch (Quantität und Kontinuität)
- Qualität der Beiträge (inhaltlich und methodisch)
- Eingehen auf Beiträge und Argumentationen von Mitschülerinnen und -schülern, Unterstützung von Mitlernenden
- Umgang mit neuen Problemen, Beteiligung bei der Suche nach neuen Lösungswegen
- Selbstständigkeit im Umgang mit der Arbeit
- Umgang mit Arbeitsaufträgen (Hausaufgaben, Unterrichtsaufgaben...)
- Anstrengungsbereitschaft und Konzentration auf die Arbeit
- Beteiligung während kooperativer Arbeitsphasen
- Darstellungsleistung bei Referaten oder Plakaten und beim Vortrag von Lösungswegen
- ggf. Ergebnisse schriftlicher Übungen
- ggf. Erstellen von Protokollen

### *Kriterien für die Überprüfung der sonstigen Leistungen*

Im Fach Mathematik ist in besonderem Maße darauf zu achten, dass Die Schüler\*innen zu konstruktiven Beiträgen angeregt werden. Daher erfolgt die Bewertung der sonstigen Mitarbeit nicht defizitorientiert oder ausschließlich auf fachlich richtige Beiträge ausgerichtet. Vielmehr

bezieht sie Fragehaltungen, begründete Vermutungen, sichtbare Bemühungen um Verständnis und Ansatzfragmente mit in die Bewertung ein.

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

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

#### *Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung*

Den Schülerinnen und Schülern wird nach jedem Quartal der Leistungsstand mitgeteilt und ggf. Möglichkeiten zur Verbesserung aufgezeigt.

## IV.3 Kriterien für die Bewertung der sonstigen Mitarbeit im Distanzlernen

Grundsätzlich gelten für die Leistungsbewertung im Distanzlernen die in Kapitel IV.2 dargelegten Kriterien für die sonstige Mitarbeit.

Ergänzend gilt:

- Die dort aufgeführten Beobachtungsbereiche werden im Rahmen von Videokonferenzen oder über Moodle überprüft.
- Die Erläuterung von zu Hause angefertigten Arbeitsergebnissen kann während einer Videokonferenz eingefordert werden, um das Verständnis und die Eigenständigkeit überprüfen und bewerten zu können.

## IV.4 Kriterien für Facharbeiten

### Anforderungen an eine Facharbeit im Fach Mathematik

#### 1. Fachspezifische Arbeitsweisen

- Für die eigenständige Aneignung mathematischer Sachverhalte sind Ausdauer und Spaß an logischem Denken notwendig.
- ggf. Umgang mit dem Formel-Editor in Word

#### 2. Anknüpfungsmöglichkeiten an Unterrichtsinhalte

- An die Unterrichtsinhalte der Q1 kann nur in wenigen Fällen angeknüpft werden (Analysis).
- Es kann aber vielfältig an andere Themenbereiche angeknüpft werden (z.B. Stochastik EF, Geometrie SI, Zahlenbereiche SI).

#### 3. Beispielthemen

- Die Kunst des Pokerns (Stochastik & Kombinatorik)
- Der goldene Schnitt an Beispielen der näheren Umgebung (GK)
- Spiralen in der Mathematik und in der Natur
- Anwendungen des Ableitungsbegriffs in der Wirtschaft oder anderen Bereichen (Biologie, Physik, ...)
- Zaubern mit Zahlen (Rechentricks, zyklische Gruppen, Lit.: Martin Gartner)
- Ein Plädoyer für komplexe Zahlen (LK)
- Quaternionen (LK)
- Konvergenzkriterien (sehr mathematisch, Vorbereitung auf ein Mathematikstudium) (LK)
- Geschichte der Mathematik (z.B. „Mathematik im Islam“)
- Kryptographie
- Zauberhafte Zahlen (e, i, pi, 0, 1 Zusammenhang zwischen diesen Zahlen) (LK)
- Leonardo da Vinci (Verbindung zwischen Mathematik & Kunst)
- Der Rhythmus der Primzahlen (Verbindung Mathematik & Musik)

#### 4. Quellen für Facharbeiten

- Stadtbibliothek Neuss (hat einen guten Bücherbestand)
- Georg Glaser, „Geometrie und ihre Anwendungen in Kunst, Natur und Technik“ (sowie generell Literatur, Vorlesungsskripte etc. aus Österreich)
- Ehrhard Behrends, „Fünf Minuten Mathematik: 100 Beiträge der Mathematik-Kolumne der Zeitung DIE WELT“

- Zeitschrift „Mathematik lehren“

#### **5. Besondere Aspekte zur Facharbeit in Mathematik**

- besondere Gewichtung der Beratungsgespräche
- Es muss in der Regel im Unterricht ein Referat über die Facharbeit gehalten werden.
- Die selbständige Themenwahl in Mathematik ist schwierig und sollte in enger Absprache mit der/dem Fachlehrer\*in erfolgen.

#### **Formale Vorgaben im Fach Mathematik**

- Unterscheidung in Primär- und Sekundärliteratur entfällt.
- Seitenzahl bei hohem Formelanteil eventuell höher als in den allgemeinen Vorgaben angegeben.



## V Grundsätze zu Funktionen von Hausaufgaben

Hausaufgaben im Fach Mathematik besitzen in der Regel eine der Funktionen:

- Nachbearbeitung und Üben der im Unterricht behandelten Thematik
- Vertiefen der im Unterricht behandelten Thematik
- Vorbereitung der kommenden Unterrichtsstunde

Die Nachbereitung verfolgt den Zweck, dass die Schülerinnen und Schüler in Unterricht erarbeitete Inhalte sowie deren Anwendung mit Hilfe der Unterrichtsmaterialien und/oder des Mathematikbuches wiederholen. Hierbei dienen auch Aufgaben „gleicher Art“ als Übung der im Unterricht erarbeiteten Inhalte. Dabei sollen sie sich insbesondere vergewissern, ob es Verständnisprobleme gibt, die ohne die Lehrkraft nicht beseitigt werden können und somit in der nächsten Unterrichtsstunde geklärt werden sollten.

Die Vertiefung der Unterrichtsinhalte stellt die Anwendung der im Unterricht erlernten Themen und Methoden auf eine neuartige Problemstellung dar bzw. die Anwendung auf einen ähnlichen, aber komplexeren Inhalt. In beiden Fällen müssen die Schülerinnen und Schüler das neu erlernte Wissen mit bereits Bekanntem verknüpfen. Hierbei werden insbesondere die Transferleistung und Problemlösekompetenz der Schülerinnen und Schüler trainiert und gefördert.

Die Vorbereitung dient der Entlastung der kommenden Unterrichtsstunde, insbesondere in zeitlicher Hinsicht. Durch selbstständige Erarbeitung von Inhalten, unter anderem durch Beispiele, kann die Unterrichtszeit zur Vertiefung dieser Inhalte genutzt werden. Dadurch können insbesondere komplexe Problemstellungen in angemessenem Rahmen behandelt werden.

Eine zweite Art der Vorbereitung sind Aufgaben, die zu neuen Fragestellungen hinführen. Hier ist das Ziel, dass die Schülerinnen und Schüler selbstständig Problemstellungen erkennen, die mit ihrem aktuellen Wissen nicht oder nur sehr schwer zu lösen sind. Die gemeinsame Erarbeitung dieser Problematik ist dann die Zielsetzung der Unterrichtsstunde.

## VI Lehr- und Lernmittel

### Eingeführte Lehrwerke:

- E-Phase:
  - *Lambacher Schweizer Mathematik, Einführungsphase*; Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart 2014
  - *Formelsammlung: Das große Tafelwerk interaktiv, Formelsammlung für die SI + SII*; Cornelsen;  
zukünftig: *Das große Tafelwerk interaktiv 2.0*; Cornelsen, ISBN 978-3-06-001611-2
- Q-Phase, Grundkurs:
  - *Lambacher Schweizer Mathematik, Qualifikationsphase, Grundkurs*; Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart 2015
  - *Formelsammlung: Das große Tafelwerk interaktiv, Formelsammlung für die SI + SII*; Cornelsen;  
zukünftig: *Das große Tafelwerk interaktiv 2.0*; Cornelsen, ISBN 978-3-06-001611-2
- Q-Phase, Leistungskurs:
  - *Lambacher Schweizer Mathematik, Qualifikationsphase, Leistungskurs/Grundkurs*; Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart 2015;
  - *Formelsammlung: Das große Tafelwerk interaktiv 2.0*; Cornelsen, ISBN 978-3-06-001611-2

## **VII Qualitätssicherung und Evaluation**

Durch eine regelmäßige Erörterung der Ergebnisse von Leistungsüberprüfungen wird ein hohes Maß an fachlicher Qualitätssicherung erreicht.

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.