Schulinterner Lehrplan zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe

Mathematik

Fachschaft Mathematik
18.08.2014

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 1
1 Fachgruppe Mathematik am Ricarda-Huch-Gymnasium 2
2 Entscheidungen zum Unterricht 4
2.1 Unterrichtsvorhaben 4
2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben 5
2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase 18
2.1.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Grundkurs) 29
2.1.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Leistungskurs) 38
2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit 50
2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung 52
2.4 Lehr- und Lernmittel 55
3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen 56
4 Qualitätssicherung und Evaluation 56
5 Anhang 57
5.1 Operatoren Zentralabitur 57

1 Fachgruppe Mathematik am Ricarda-Huch-Gymnasium

Das Ricarda-Huch-Gymnasium versteht sich als Gymnasium, das in Einklang mit Grundgesetz, Landesverfassung und Schulgesetzgebung sowie den gültigen Richtlinien und Lehrplänen eine der Tradition des Gymnasiums entsprechende Bildungs- und Erziehungsarbeit leistet.
Angesichts der Vielfalt der an der Schule vertretenen Nationen sehen wir einen besonderen Schwerpunkt unserer Arbeit in der Erziehung zu Toleranz und zur Bereicherung durch interkulturelles Lernen.
Die Erfahrung als ehemalige Pilotschule für die Oberstufenreform, als Teilnehmerin am Modellprojekt „Selbstständige Schule" und das Engagement von Lehrkräften, die an der Schule unterrichten, machen das Ricarda-Huch-Gymnasium für pädagogische und didaktische Neuerungen aufgeschlossen, mahnen aber zugleich an, bewährte Strukturen, Methoden und Inhalte nicht leichtfertig aufzugeben.
Das Ricarda-Huch-Gymnasium bekennt sich ausdrücklich dazu, eine lebendige, kreative und humane Schule zu sein, die sich sowohl dem Leistungsgedanken als auch der gegenseitigen Rücksichtnahme verpflichtet fühlt.

Präambel des Schulprogramms des Ricarda-Huch-Gymnasiums

Das Ricarda-Huch-Gymnasium ist eines von neun der öffentlichen Gymnasien der Stadt Krefeld. Am Ricarda-Huch-Gymnasium treffen Schülerinnen und Schüler aus vielen Nationen zusammen, um gemeinsam zu lernen.
Die Fachgruppe Mathematik sieht sich dem Schulprogramm des Ricarda-Huch-Gymnasiums wie auch den im Kernlehrplan formulierten Aufgaben und Zielen des Fachs Mathematik verpflichtet. Der Mathematikunterricht der gymnasialen Oberstufe trägt sowohl zu einer erweiterten Allgemeinbildung als auch zur allgemeinen Studierfähigkeit des Schülerinnen und Schüler bei.
Der allgemeinbildende Mathematikunterricht soll die Schülerinnen und Schüler zu einer erfolgreichen Teilhabe am gesellschaftlichen Leben im Allgemeinen und für die berufliche Verwirklichung im Speziellen qualifizieren. Die Vermittlung von basalen Kulturtechniken bleibt dabei auch in der Oberstufe Aufgabe des Mathematikunterrichts. Dazu gehören beispielsweise die räumliche Strukturierung und Gestaltung, das Lesen und Interpretieren graphischer Darstellungen aber auch der Umgang mit dem Taschenrechner und Computer. Des Weiteren vermittelt der Mathematikunterricht Schlüsselqualifikationen, die auch unabhängig vom Fachunterricht von Bedeutung sind. Hierzu zählen beispielsweise Problemlösefähigkeiten, Teamfähigkeit, Lern- und Arbeitstechniken, wie auch Dimensionen der Leistungsmotivation z.B. Fleiß, Disziplin und Frustrationstoleranz.
Damit der Mathematikunterricht ein angemessenes Mathematikbild vermitteln kann, müssen den Schülerinnen und Schüler Einsichten in die Mathematik als kulturelle Leistung vermittelt werden. Zu diesem Zweck sollen mathematische Formen der Weltaneignung vorgestellt werden.
Hierzu zählt die Idee der „Mathematik als Anwendung". Hierbei lernen die Schülerinnen und Schüler technische, natürliche, soziale und kulturelle Erscheinungen und Vorgänge mithilfe der Mathematik wahrzunehmen, verstehen, beurteilen und beeinflussen zu können.
Die Idee der „Mathematik als Struktur" thematisiert die typischen Arbeits- und Argumentationsweisen des Fachs. Mathematische Gegenstände und Sachverhalte werden mithilfe von facheigner Sprache, Symbolen und Bildern repräsentiert. Die Schülerinnen und Schüler lernen diese zu erkennen, anzuwenden und gegen die Methoden anderer Fächer abzugrenzen.
Die Idee der „Mathematik als individuelle und kreative Tätigkeit" bezieht sich auf die Auseinandersetzung mit mathematischen Fragestellungen. In diesem Rahmen leistet das Fach einen Beitrag zur Kreativität und Problemlösefähigkeit der Schülerinnen und Schüler.
Die Fachgruppe Mathematik besteht derzeit aus 12 Lehrerinnen und Lehrer von denen 9 auch eine Lehrerlaubnis für die Sekundarstufe II haben. Gemäß dem Beschluss der Lehrer-

und Schulkonferenz wird versucht den Fachunterricht weitgehend nach dem Doppelstundenkonzept zu erteilen.
Der Fachraum Mathematik ist mit einem Smartboard ausgestattet.

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene.
Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1) wird die Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die zeitliche Abfolge der Unterrichtsvorhaben IV bis VI der Einführungsphase ist jeweils auf die Vorgaben zur Vergleichsklausur abzustimmen.
Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Kompetenzen“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene konkretisierter Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Ein Spielraum für Vertiefungen, individuelle Förderung, besondere Schülerinteressen oder aktuelle Themen sind erhalten.
Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Kurswechslern und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die Ausweisung „konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1) empfehlenden Charakter. Referendarinnen und Referendaren sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen diese vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2.2 bis 2.4 zu entnehmen sind. Begründete Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden. Dies ist durch entsprechende Kommunikation innerhalb der Fachkonferenz zu gewährleisten.

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

<table>
<tr><th colspan="2">Einführungsphase</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben EF I:</u>

Thema:
Eigenschaften von Funktionen (Wiederholung und Symmetrie, Nullstellen, Transformation) (E-A1)

Zentrale Kompetenzen:
• Argumentieren, Kommunizieren
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Grundlegende Eigenschaften von Potenz-und Sinusfunktionen

Zeitbedarf: 23 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben EF II:</u>

Thema:
Die Ableitung, ein Schlüsselkonzept (Änderungsrate, Ableitung, Tangente) (E-A2)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren, Kommunizieren
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Grundverständnis des Ableitungsbegriffs
• Differentialrechnung ganzrationaler Funktionen

Zeitbedarf: 19 Std.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben EF III:</u>

Thema:
Funktionsuntersuchungen (charakteristische Punkte, Monotonie, Extrema) (E-A3)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren
• Problemlösen

Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Grundlegende Eigenschaften von Potenzfunktionen
• Differentialrechnung ganzrationaler Funktionen

Zeitbedarf: 15 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben EF IV:</u>

Thema:
Vektoren, ein Schlüsselkonzept (Punkte, Vektoren, Rechnen mit Vektoren, Betrag) (E-G1)

Zentrale Kompetenzen:
• Argumentieren, Kommunizieren
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Koordinatisierungen des Raumes
• Vektoren und Vektoroperationen

Zeitbedarf: 15 Std.</td></tr>
</table>

Fortsetzung Einführungsphase

Unterrichtsvorhaben EF V:	*Unterrichtsvorhaben EF VI:*
Thema: *Wahrscheinlichkeit, ein Schlüsselkonzept (Erwartungswert, Pfadregel, Vierfeldertafel, bedingte Wahrscheinlichkeit) (E-S1)* **Zentrale Kompetenzen:** • Modellieren, Problemlösen • Werkzeuge nutzen **Inhaltsfeld**: Stochastik (S) **Inhaltlicher Schwerpunkt**: • Mehrstufige Zufallsexperimente • Bedingte Wahrscheinlichkeiten **Zeitbedarf**: 15 Std.	**Thema**: *Potenzen in Termen und Funktionen (rationale Exponenten, Exponentialfunktionen, Wachstumsmodelle) (E-A4)* **Zentrale Kompetenzen:** • Modellieren, Problemlösen • Werkzeuge nutzen **Inhaltsfeld**: Funktionen und Analysis (A) **Inhaltlicher Schwerpunkt**: • Grundlegende Eigenschaften von Exponentialfunktionen **Zeitbedarf**: 15 Std.
Summe Einführungsphase: 102 Stunden	

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-I:</u>

Thema:
Optimierungsprobleme (Q-GK-A1)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren
• Problemlösen

Inhaltsfeld:
Funktionen und Analysis (A)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Funktionen als mathematische Modelle

Zeitbedarf: 9 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-II :</u>

Thema:
Funktionen beschreiben Formen – Modellieren von Sachsituationen mit ganzrationalen Funktionen (Q-GK-A2)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfelder:
Funktionen und Analysis (A)
Lineare Algebra (G)

Inhaltliche Schwerpunkte:
• Funktionen als mathematische Modelle
• Lineare Gleichungssysteme

Zeitbedarf: 15 Std.</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-III:</u>

Thema:
Lineare Algebra als Schlüssel zur Lösung von geometrischen Problemen (Q-GK-G1)

Zentrale Kompetenzen:
• Problemlösen
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

Inhaltliche Schwerpunkte:
• Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte (Ebenen)
• Lineare Gleichungssysteme

Zeitbedarf: 9 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-IV:</u>

Thema:
Beschreibung von Bewegungen und Schattenwurf mit Geraden (Q-GK-G2)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte (Geraden)

Zeitbedarf: 9 Std.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS (Fortsetzung)</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-V:</u>

Thema:
Eine Sache der Logik und der Begriffe: Untersuchung von Lagebeziehungen (Q-GK-G3)

Zentrale Kompetenzen:
• Argumentieren
• Kommunizieren

Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Lagebeziehungen

Zeitbedarf: 6 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-VI :</u>

Thema
Räume vermessen – mit dem Skalarprodukt Polygone und Polyeder untersuchen (Q-GK-G4)

Zentrale Kompetenzen:
• Problemlösen

Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Skalarprodukt

Zeitbedarf: 9 Std</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-VII:</u>

Thema:
Von der Änderungsrate zum Bestand (Q-GK-A3)

Zentrale Kompetenzen:
• Kommunizieren

Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Grundverständnis des Integralbegriffs

Zeitbedarf: 9 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-VIII:</u>

Thema:
Von der Randfunktion zur Integralfunktion (Q-GK-A4)

Zentrale Kompetenzen:
• Argumentieren
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Integralrechnung

Zeitbedarf: 12 Std.</td></tr>
<tr><td colspan="2"><u>Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS 78 Stunden</u></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben Q2-I:</u>

Thema:
Von stochastischen Modellen, Zufallsgrößen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen und ihren Kenngrößen (Q-GK-S1)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren

Inhaltsfeld: Stochastik (S)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Kenngrößen von Wahrscheinlichkeits-verteilungen

Zeitbedarf: 6 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben Q2-II:</u>

Thema:
Treffer oder nicht? – Bernoulliexperimente und Binomialverteilung
(Q-GK-S2)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Stochastik (S)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Binomialverteilung

Zeitbedarf: 9 Std.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben Q2-III:</u>

Thema:
Modellieren mit Binomialverteilungen (Q-GK-S3)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren
• Argumentieren

Inhaltsfeld: Stochastik (S)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Binomialverteilung

Zeitbedarf: 9 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben Q2-IV :</u>

Thema:
Von Übergängen und Prozessen (Q-GK-S4)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren
• Argumentieren

Inhaltsfeld: Stochastik (S)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Stochastische Prozesse

Zeitbedarf: 9 Std.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS Fortsetzung</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben Q2-V:</u>

Thema:
Natürlich: Exponentialfunktionen (Q-GK-A5)

Zentrale Kompetenzen:
• Problemlösen
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Fortführung der Differentialrechnung

Zeitbedarf: 9 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben Q2-VI:</u>

Thema:
Modellieren (nicht nur) mit Exponentialfunktionen (Q-GK-A6)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren

Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)

Inhaltliche Schwerpunkte:
• Fortführung der Differentialrechnung
• Integralrechnung

Zeitbedarf: 12 Std.</td></tr>
<tr><td colspan="2"><u>Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 54 Stunden</u></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-I:</u>

Thema:
Optimierungsprobleme (Q-LK-A1)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren
• Problemlösen

Inhaltsfeld:
Funktionen und Analysis (A)

Inhaltliche Schwerpunkte:
• Funktionen als mathematische Modelle
• Fortführung der Differentialrechnung

Zeitbedarf: 20 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-II:</u>

Thema:
Funktionen beschreiben Formen – Modellieren von Sachsituationen mit Funktionen (Q-LK-A2)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfelder:
Funktionen und Analysis (A)
Lineare Algebra (G)

Inhaltliche Schwerpunkte:
• Funktionen als mathematische Modelle
• Lineare Gleichungssysteme

Zeitbedarf: 20 Std.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-III:</u>

Thema:
Beschreibung von Bewegungen und Schattenwurf mit Geraden (Q-LK-G1)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte (Geraden)

Zeitbedarf: 10 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-IV:</u>

Thema:
Die Welt vermessen – das Skalarprodukt und seine ersten Anwendungen (Q-LK-G2)

Zentrale Kompetenzen:
• Problemlösen

Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Skalarprodukt

Zeitbedarf: 10 Std.</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS Fortsetzung</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-V:</u>

Thema:
Ebenen als Lösungsmengen von linearen Gleichungen und ihre Beschreibung durch Parameter (Q-LK-G3)

Zentrale Kompetenzen:
• Argumentieren
• Kommunizieren

Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte (Ebenen)

Zeitbedarf: 10 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-VI:</u>

Thema:
Lagebeziehungen und Abstandsprobleme bei geradlinig bewegten Objekten (Q-LK-G4)

Zentrale Kompetenzen:
• Argumentieren
• Kommunizieren

Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Lagebeziehungen und Abstände (von Geraden)

Zeitbedarf: 10 Std.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-VII</u>

Thema:
Von der Änderungsrate zum Bestand (Q-LK-A3)

Zentrale Kompetenzen:
• Kommunizieren

Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Grundverständnis des Integralbegriffs

Zeitbedarf: 10 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-VIII:</u>

Thema:
Von der Randfunktion zur Integralfunktion (Q-LK-A4)

Zentrale Kompetenzen:
• Argumentieren
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Integralrechnung

Zeitbedarf: 20 Std.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS Fortsetzung</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-IX:</u>

Thema:
Von stochastischen Modellen, Zufallsgrößen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen und ihren Kenngrößen (Q-LK-S1)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren

Inhaltsfeld: Stochastik (S)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Kenngrößen von Wahrscheinlichkeits-verteilungen

Zeitbedarf: 5 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-X:</u>

Thema:
Treffer oder nicht? – Bernoulliexperimente und Binomialverteilungen (Q-LK-S2)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Stochastik (S)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Binomialverteilung

Zeitbedarf: 10 Std.</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben Q1-XI:</u>

Thema:
Untersuchung charakteristischer Größen von Binomialverteilungen (Q-LK-S3)

Zentrale Kompetenzen:
• Problemlösen

Inhaltsfeld: Stochastik (S)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Binomialverteilung

Zeitbedarf: 5 Std.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2"><u>Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS 130 Stunden</u></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben Q2-I:</u>

Thema:
Natürlich: Exponentialfunktionen und Logarithmus (Q-LK-A5)

Zentrale Kompetenzen:
• Problemlösen
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Fortführung der Differentialrechnung

Zeitbedarf: 22 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben Q2-II</u>

Thema:
Modellieren (nicht nur) mit Exponentialfunktionen (Q-LK-A6)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren

Inhaltsfeld: Funktionen und Analysis (A)

Inhaltliche Schwerpunkte:
• Fortführung der Differentialrechnung
• Integralrechnung

Zeitbedarf: 24 Std.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben Q2-III:</u>

Thema:
Ist die Glocke normal? (Q-LK-S4)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren
• Problemlösen
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Stochastik (S)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Normalverteilung

Zeitbedarf: 12 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben Q2-IV:</u>

Thema:
Signifikant und relevant? – Testen von Hypothesen (Q-LK-S5)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren
• Kommunizieren

Inhaltsfeld: Stochastik (S)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Testen von Hypothesen

Zeitbedarf: 12 Std.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS Fortsetzung</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben Q2-V:</u>

Thema:
Von Übergängen und Prozessen (Q-LK-S6)

Zentrale Kompetenzen:
• Modellieren
• Argumentieren

Inhaltsfeld: Stochastik (S)

Inhaltlicher Schwerpunkt:
• Stochastische Prozesse

Zeitbedarf: 10 Std.</td><td><u>Unterrichtsvorhaben Q2-VI:</u>

Thema:
Untersuchungen an Polyedern (Q-LK-G5)

Zentrale Kompetenzen:
• Problemlösen
• Werkzeuge nutzen

Inhaltsfeld: Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

Inhaltliche Schwerpunkte:
• Lagebeziehung und Abstände (von Ebenen)
• Lineare Gleichungssysteme

Zeitbedarf: 10 Std.</td></tr>
<tr><td colspan="2"><u>Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 90 Stunden</u></td></tr>
</table>

2.1.1.1 Übersicht über die Unterrichtsvorhaben

E-Phase		
Unterrichtsvorhaben	Thema	Stundenzahl
I	E-A1	23
II	E-A2	19
III	E-A3	15
IV	E-G1	15
V	E-S1	15
VI	E-A4	15
	Summe:	102
Q1 Grundkurse		
Unterrichtsvorhaben	Thema	Stundenzahl
I	Q-GK-A1	9
II	Q-GK-A2	15
III	Q-GK-G1	9
IV	Q-GK-G2	9
V	Q-GK-G3	6
VI	Q-GK-G4	9
VII	Q-GK-A3	9
VIII	Q-GK-A4	12
	Summe:	78
Q2 Grundkurse		
Unterrichtsvorhaben	Thema	Stundenzahl
I	Q-GK-S1	6
II	Q-GK-S2	9
III	Q-GK-S3	9
IV	Q-GK-S4	9
V	Q-GK-A5	9
VI	Q-GK-A6	12
	Summe:	54

Q1 Leistungskurse		
Unterrichtsvorhaben	**Thema**	**Stundenzahl**
I	Q-LK-A1	20
II	Q-LK-A2	20
III	Q-LK-G1	10
IV	Q-LK-G2	10
V	Q-LK-G3	10
VI	Q-LK-G4	10
VII	Q-LK-A3	10
VIII	Q-LK-A4	20
IX	Q-LK-S1	5
X	Q-LK-S2	10
XI	Q-LK-S3	5
	Summe:	130
Q2 Leistungskurse		
Unterrichtsvorhaben	Thema	Stundenzahl
I	Q-LK-A5	22
II	Q-LK-A6	24
III	Q-LK-S4	12
IV	Q-LK-S5	12
V	Q-LK-S6	10
VI	Q-LK-G5	10
	Summe:	90

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase

Thema: Eigenschaften von Funktionen (Wiederholung und Symmetrie, Nullstellen, Transformation) (E-A1)

Fokus Mathematik	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 1 Wiederholung zu linearen und quadratischen Funktionen	**Funktionen und Analysis** • Eigenschaften von Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten sowie von quadratischen und kubischen Wurzelfunktionen • am Graphen oder Term einer Funktion ablesbare Eigenschaften als Argumente beim Lösen innermathematischer Probleme verwenden	**Modellieren** Mathematisieren • Erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells. Validieren • Beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation. **Problemlösen** Lösen • Setzen ausgewählte Routineverfahren, auch hilfsmittelfrei, zur Lösung ein. • Wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen. Reflektieren • Interpretieren Ergebnisse vor dem Hintergrund der Fragestellung. **Argumentieren** Begründen • Stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her. **Kommunizieren** Rezipieren • Erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus zunehmend komplexen mathematikhaltigen Texten und Darstellungen, aus authentischen Texten, mathematischen Fachtexten, sowie aus Unterrichtsbeiträgen. • Beschreiben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren.
Kapitel 2	**Funktionen und Analysis**	**Modellieren**

Neue Funktionstypen 2.1 Potenzfunktionen	• Eigenschaften von Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten sowie von quadratischen und kubischen Wurzelfunktionen	Mathematisieren • Ordnen einem mathematischen Modell verschiedene, passende Sachsituationen zu. Validieren • Beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (gegebenenfalls konkurrierender) Modelle für die Fragestellung. **Problemlösen** Lösen • Entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege. • Berücksichtigen einschränkende Bedingungen. Reflektieren • Beurteilen und optimieren Lösungswege mit Blick auf Richtigkeit und Effizienz. **Argumentieren** Vermuten • Stellen Vermutungen auf. Begründen • Nutzen mathematische Regeln, bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen. **Kommunizieren** Rezipieren • Erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus zunehmend komplexen mathematikhaltigen Texten und Darstellungen, aus authentischen Texten, mathematischen Fachtexten, sowie aus Unterrichtsbeiträgen. Produzieren • Verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang. Diskutieren • Nehmen zu mathematikhaltigen auch fehlerbehafteten Aussagen und

		Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung. **Werkzeuge nutzen** • GTR: Funktionen mit dem GTR darstellen • Darstellen von Funktionen, grafisch und als Wertetabelle.
Kapitel 3 Eigenschaften von Funktionen 3.1 Ganzrationale Funktionen 3.2 Funktionen transformieren	**Funktionen und Analysis** • Eigenschaften von Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten sowie von quadratischen und kubischen Wurzelfunktionen • Anwendung einfacher Transformationen (Streckung, Verschiebung) auf Funktionen (Sinusfunktion, quadratische Funktion, Potenzfunktionen, Exponentialfunktionen) • Lösen von Polynomgleichungen, die sich durch einfaches Ausklammern oder Substituieren auf lineare und quadratische Gleichungen zurück-führen lassen, ohne digitale Hilfsmittel • Ablesen von Eigenschaften am Graphen oder Term einer Funktion beim Lösen von inner- und außermathematischen	**Modellieren** Strukturieren • Erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung. **Problemlösen** Erkunden • Wählen heuristische Hilfsmittel (Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren) aus, um die Situation zu erfassen. Lösen • Nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (z.B. Analogiebetrachtungen, Schätzen und Überschlagen, systematisches Probieren und Ausschließen, Darstellungswechsel, Zerlegen und Ergänzen, Symmetrie verwenden, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Fallunterscheidungen, Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten, Verallgemeinern) **Argumentieren** Vermuten • Unterstützen Vermutungen beispielgebunden. Begründen • Verknüpfen Argumente zu Argumentationsketten. **Kommunizieren** Rezipieren • Beschreiben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren. **Werkzeuge nutzen** • GTR: Nullstellen, lokale Hoch- und Tiefpunkte mit dem GTR finden • GTR: Gleichungen mit dem GTR lösen

Thema: Die Ableitung, ein Schlüsselkonzept (E-A2)

Einführungsphase	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 4 Änderungsrate und Ableitung 4.1 Momentane Änderung und Ableitung 4.2 Die Ableitungsfunktion 4.3 Ableitungsregeln	**Funktionen und Analysis** • Durchschnittliche und lokale Änderungsrate und deren Interpretation im Kontext • Auf Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffes den Übergang von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate an Beispielen erläutern • Die Ableitung an einer Stelle als lokale Änderungsrate/ Tangentensteigung • Funktionale Interpretation der Änderungsrate (Ableitungsfunktion) • Graphisches Ableiten von Funktionen • Ableitungsregel für Potenzfunktionen mit natürlichem Exponenten • Kosinusfunktion als Ableitung der Sinusfunktion • Summen- und Faktorregel bei ganzrationalen Funktionen • Ablesen von Eigenschaften am Graphen oder Term einer Funktion beim Lösen von inner- und außermathematischen Problemen	**Modellieren** Strukturieren • Treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor. Mathematisieren • Übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle. Validieren • Verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung. **Problemlösen** Erkunden • Finden und stellen Fragen zu einer gegebenen Problemsituation. Lösen • Nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (z.B. Analogiebetrachtungen, Schätzen und Überschlagen, systematisches Probieren und Ausschließen, Darstellungswechsel, Zerlegen und Ergänzen, Symmetrie verwenden, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in Teilprobleme, Fallunterscheidungen, Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten, Verallgemeinern) Reflektieren • Überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen. **Argumentieren** Vermuten • Präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur.

		Begründen • Stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her. Beurteilen • Überprüfen inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können. **Kommunizieren** Rezipieren • Erläutern mathematische Begriffe in theoretischen und Sachzusammenhängen. Produzieren • Formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege. Diskutieren • Greifen Beiträge auf und entwickeln sie weiter. **Werkzeuge nutzen** • GTR: Zoomen und Tabellenkalkulation mit dem GTR • GTR: Sekanten mit dem GTR • GTR: Änderungsraten und Ableitung mit dem GTR • Verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum grafischen Messen von Steigungen und Berechnung der Ableitung einer Funktion an einer Stelle.

Thema: Funktionsuntersuchung (charakteristische Punkte, Monotonie, Extrema) (E-A3)

Einführungsphase	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 5 Modellieren mithilfe der Ableitung 5.1 Untersuchen von Funktionen mithilfe der Ableitung	**Funktionen und Analysis** • Eigenschaften von Funktionsgraphen (Monotonie, Extrempunkte) mit Hilfe der Graphen der Ableitungsfunktion begründen • Das notwendige Kriterium und das Vorzeichenwechselkriterium zur Bestimmung on Extrempunkten • lokale und globale Extrema im Definitionsbereich	**Modellieren** Strukturieren • Erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung. Mathematisieren • Ordnen einem mathematischen Modell verschiedene passende Sachsituationen zu. Validieren • Reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen. **Problemlösen** Lösen • Wählen geeignete Begriff, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus. Reflektieren • Analysieren und Reflektieren Ursache von Fehlern. **Argumentieren** Begründen • Berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige/hinreichende Bedingung, Folgerung Äquivalenz, Und- Oder Verknüpfung, Negation, All und Existenzaussagen) Beurteilen • Erkennen lückenhafte Argumentationsketten und vervollständigen sie. **Kommunizieren** Rezipieren

		• Erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus zunehmend komplexen mathematikhaltigen Texten und Darstellungen, aus authentischen Texten, mathematischen Fachtexten, sowie aus Unterrichtsbeiträgen. Produzieren • Dokumentieren Arbeitsschritte nachvollziehbar. Diskutieren • Vergleichen und Beurteilen ausgearbeitete Lösungen hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und sprachlicher Qualität.

Thema: Vektoren, ein Schlüsselkonzept (Punkte, Vektoren, Rechnen mit Vektoren, Betrag) (E-G1)

Einführungsphase	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 7 **Vektoren** 7.1 Punkte und Wege im IR^3 7.2 Verlängern von Vektoren und Linearkombinationen	**Analytische Geometrie und lineare Algebra** • Geeignetes kartesisches Koordinatisierungen für die Bearbeitung eines geometrischen Sachverhalts in der Ebene und im Raum • Darstellung geometrischer Objekte in einem räumlichen kartesischen Koordinatensystem • Vektoren (in Koordinatendarstellung) als Verschiebungen und Kennzeichnung von Punkte im Raum durch Ortsvektoren • Gerichtete Größen (z.B. Geschwindigkeit, Kraft) durch Vektoren darstellen • Längen von Vektoren und Abstände zwi-	**Modellieren** Strukturieren • Treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor. Mathematisieren • Erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells. Validieren • Beziehen die erarbeite Lösung wieder auf die Sachsituation. **Problemlösen** Erkunden • Erkennen und formulieren einfache und komplexe mathematische Probleme. • Erkennen Muster und Beziehungen. Lösen

	schen Punkten mit Hilfe des Satzes des Pythagoras berechnen • Vektoren addieren, Multiplikation von Vektoren mit einem Skalar und Untersuchen von Vektoren auf Kollinearität • Nachweisen von Eigenschaften von besonderen Dreiecken und Vierecken mithilfe von Vektoren	• Entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege. Reflektieren • Vergleichen verschiedene Lösungswege bezüglich Unterschieden und Gemeinsamkeiten. **Argumentieren** Begründen • Erklären vorgegebene Argumentationen und mathematische Beweise. Beurteilen • Erkennen fehlerhafte Argumentationsketten und korrigieren sie. **Kommunizieren** Rezipieren • Beschreiben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren. Produzieren • Wählen begründet eine geeignete Darstellungsform aus. Diskutieren • Greifen Beiträge auf und entwickeln sie weiter. **Werkzeuge nutzen** • Verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum grafischen Darstellen von Ortsvektoren, Vektorsummen und Geraden und zum Darstellen von Objekten im Raum.

Thema: Wahrscheinlichkeit, ein Schlüsselkonzept (Erwartungswert, Pfadregel, Vierfeldertafel, bedingte Wahrscheinlichkeit) (E-S1)

Einführungsphase	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 6 **Stochastik** 6.1 Zufallsgrößen, Wahrscheinlichkeitsverteilung und Erwartungswert 6.2 Vierfeldertafel und bedingte Wahrscheinlichkeit 6.3 Unabhängige Ereignisse	**Stochastik** • Alltagssituationen als Zufallsexperiment • Zufallsexperimente simulieren • Urnenmodell zur Beschreibung von Zufallsprozessen • Wahrscheinlichkeitsverteilung und Erwartungsbetrachtung • mehrstufige Zufallsexperimente und Wahrscheinlichkeiten anhand der Pfadregel • Sachverhalte mit Hilfe von Baumdiagrammen und Vier- oder Mehrfeldertafeln modellieren • Prüfung von Teilvorgängen mehrstufiger Zufallsexperimente auf stochastische Unabhängigkeit • Problemstellungen im Kontext bedingter Wahrscheinlichkeiten	**Modellieren** Strukturieren • Treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer Realsituation vor. Mathematisieren • Übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle. Validieren • Reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen. **Problemlösen** Erkunden • Analysieren und strukturieren Problemsituationen. • Recherchieren Informationen. Lösen • Führen einen Lösungsplan zielgerichtet aus. Reflektieren • Variieren Fragestellungen auf dem Hintergrund einer Lösung. **Argumentieren** Vermuten • Unterstützen Vermutungen beispielgebunden. Begründen • Verknüpfen Argumente zu Argumentationsketten. **Kommunizieren** Rezipieren

		• Erläutern mathematische Begriffe in theoretischen und Sachzusammenhängen. **Werkzeuge nutzen** • GTR: Erwartungswert und Histogramme mit dem GTR • GTR: Simulation mit GTR • Verwenden verschieden digitale Werkzeuge zum Ermitteln der Kennzahlen statistischer Daten (Mittelwert und Standardabweichung)

Thema: Potenzen in Termen und Funktionen (rationale Exponenten, Exponentialfunktionen, Wachstumsmodelle) (E-A4)

Einführungsphase	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 2 **Neue Funktionstypen** 2.2 Exponentialfunktionen	**Funktionen und Analysis** • Wachstumsprozesse mithilfe linearer Funktionen und Exponentialfunktionen • am Graphen oder Term einer Funktion ablesbare Eigenschaften als Argumente beim Lösen innermathematischer Probleme verwenden	**Modellieren** Mathematisieren • Erfassen und Strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung. Validieren • Beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (gegebenenfalls konkurrierender) Modelle für die Fragestellung. **Problemlösen** Lösen • Setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein.

		Reflektieren • Überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen. **Argumentieren** Vermuten • Stellen Vermutungen auf. Begründen • Stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her. **Kommunizieren** Rezipieren • Erfassen, Strukturieren und Formalisieren Informationen aus zunehmend komplexen mathematikhaltigen Texten und Darstellungen, aus authentischen Texten, mathematischen Fachtexten, sowie aus Unterrichtsbeiträgen. Produzieren • Formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege. Diskutieren • Greifen Beiträge auf und entwickeln sie weiter. **Werkzeuge nutzen** • GTR: Funktionen mit dem GTR darstellen • GTR: Regression mit dem GTR • Verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen.

2.1.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Grundkurs)

Thema: Optimierungsmodelle (Q-GK-A1)

Qualifikationsphase GK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 1: Extremwertprobleme und Modellbildung 1.1 Höhere Ableitungen und Krümmung 1.2 Extremwertprobleme	**Funktionen und Analysis: Funktionen als mathematische Modelle** • verwenden notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien sowie weitere hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten • beschreiben das Krümmungsverhalten des Graphen einer Funktion mit Hilfe der 2. Ableitung • führen Extremalprobleme durch Kombination mit Nebenbedingungen auf Funktionen einer Variablen zurück und lösen diese • interpretieren Parameter von Funktionen im Anwendungszusammenhang • bestimmen Parameter einer Funktion mit Hilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben („Steckbriefaufgaben“)	**Modellieren** Mathematisieren **Problemlösen** Analysieren Lösungswege entwickeln Beurteilen

Thema: Funktionen beschreiben Formen – Modellieren in Sachsituationen mit ganzrationalen Funktionen (Q-GK-A2)

Qualifikationsphase GK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**

Kapitel 1: Extrem-wertprobleme und Modellbildung 1.3 Bestimmen von Funktionen	**Funktionen und Analysis: Funktionen als mathematische Modelle, Lineare Glei-chungssysteme** • interpretieren Parameter von Funktionen im Anwendungszusammenhang • bestimmen Parameter einer Funktion mit Hilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben („Steckbriefaufgaben“)	**Modellieren** Mathematisieren **Problemlösen** Analysieren Lösungswege entwickeln Beurteilen

Thema: Lineare Algebra als Schlüssel zur Lösung von geometrischen Problemen (Q-GK-G1)

Qualifikationsphase GK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 5: Geraden im Raum 5.1. Lineare Glei-chungssysteme	**Analytische Geometrie und lineare Algebra: lineare Gleichungssysteme** • stellen lineare Gleichungssysteme in Mat-rix-Vektor-Schreibweise dar • beschreiben den Gauß-Algorithmus als Lösungsverfahren für lineare Gleichungs-systeme • wenden den Gauß-Algorithmus ohne di-gitale Werkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten an, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind • interpretieren die Lösungsmenge von linearen Gleichungssystemen	**Modellieren** Strukturieren Mathematisieren Lösungen auf die Sachsituation beziehen **Werkzeuge nutzen** • Lösen von Gleichungssystemen mit dem GTR

Thema: Beschreibung von Bewegung und Schattenwurf mit Geraden (Q-GK-G2)

Qualifikationsphase GK	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
Kapitel 5: Geraden im Raum 5.2 Parameterform der Geradengleichung	**Analytische Geometrie und lineare Algebra: Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte** • stellen Geraden und Strecken in Parameterform dar • interpretieren den Parameter von Geradengleichungen im Sachkontext	**Modellieren** Strukturieren Mathematisieren Lösungen auf die Sachsituation beziehen **Werkzeuge nutzen** • Lösen von Gleichungssystemen mit dem GTR

Thema: Eine Sache der Logik und der Begriffe: Untersuchungen von Lagebeziehungen (Q-GK-G3)

Qualifikationsphase GK	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
Kapitel 5: Geraden im Raum 5.3 Lage zweier Geraden	**Analytische Geometrie und lineare Algebra: Lagebeziehungen** • untersuchen Lagebeziehungen zwischen zwei Geraden • berechnen Schnittpunkte von Geraden und deuten sie im Sachkontext	**Modellieren** Strukturieren Mathematisieren Lösungen auf die Sachsituation beziehen **Werkzeuge nutzen** • Lösen von Gleichungssystemen mit dem GTR

Thema: Räume vermessen – mit dem Skalarprodukt Polygone und Polyeder untersuchen (Q-GK-G4)

Qualifikationsphase GK	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
Kapitel 6: Winkel und Abstände 6.1 Das Skalarprodukt 6.2 Ebenen und	**Analytische Geometrie und lineare Algebra: Skalarprodukt, Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte** • deuten das Skalarprodukt geometrisch und berechnen es	**Argumentieren** Vermuten Begründen Argumentationsketten beurteilen **Kommunizieren** Rezipieren

Geraden	• untersuchen mit Hilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung) • stellen Ebenen in Parameterform dar • untersuchen Lagebeziehungen zwischen Geraden und Ebenen • berechnen Durchstoßpunkte von Geraden mit Ebenen und deuten sie im Sachkontext	Produzieren Diskutieren

Thema: Von der Änderungsrate zum Bestand (Q-GK-A3)

Qualifikationsphase GK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 2: Das Integral 2.1 Flächen, Bestände und Wirkungen	**Funktionen und Analysis: Grundverständnis des Integralbegriffs** • interpretieren Produktsummen im Kontext als Rekonstruktion des Gesamtbestandes oder Gesamteffektes einer Größe • deuten die Inhalte von orientierten Flächen im Kontext • skizzieren zu einer gegebenen Randfunktion die zugehörige Flächeninhaltsfunktion • erläutern und vollziehen an geeigneten Beispielen den Übergang von der Produktsumme zum Integral auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwert-	**Kommunizieren** Rezipieren Diskutieren **Argumentieren** Vermuten Begründen **Werkzeuge nutzen: GTR** • Integrale mit dem GTR bestimmen

	begriffs • ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate	

Thema: Von der Randfunktion zur Integralfunktion (Q-GK-A4)

Qualifikationsphase GK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 2: Das Integral 2.2 Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung 2.3 krummlinig begrenzte Flächen	**Funktionen und Analysis: Integralrechnung** • erläutern geometrisch-anschaulich den Zusammenhang zwischen Änderungsrate und Integralfunktion (Hauptsatz der Differential und Integralrechnung) • bestimmen Stammfunktionen ganzrationaler Funktionen • nutzen die Intervalladditivität und Linearität von Integralen • bestimmen Integrale mithilfe von gegebenen Stammfunktionen und numerisch, auch unter Verwendung digitaler Werkzeuge • ermitteln Flächeninhalte mit Hilfe von bestimmten Integralen • ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate oder der Randfunktion	**Kommunizieren** Rezipieren Diskutieren **Argumentieren** Vermuten Begründen **Werkzeuge nutzen: GTR** • Integrale mit dem GTR bestimmen

Thema: Von stochastischen Modellen, Zufallsgrößen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen und ihren Kenngrößen (Q-GK-S1)

Qualifikationsphase GK	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
Kapitel 7: Die Binomialverteilung 7.1 Zufallsgrößen und Streumaße	**Stochastik: Kenngrößen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen** • untersuchen Lage- und Streumaße von Stichproben • erläutern den Begriff der Zufallsgröße an geeigneten Beispielen • bestimmen den Erwartungswert und die Standardabweichung von Zufallsgrößen und treffen damit prognostische Aussagen	**Modellieren** Strukturieren Mathematisieren **Argumentieren** Vermuten Rezipieren **Werkzeuge nutzen** • GTR: Ermitteln von Kennzahlen statistischer Daten • Berechnen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen • Berechnen von Wahrscheinlichkeiten

Thema: Treffer oder nicht? Bernoulliexperimente und Binomialverteilung (Q-GK-S2)

Qualifikationsphase GK	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
Kapitel 7: Die Binomialverteilung 7.2 Bernoulliexperimente und Binomialverteilung	**Stochastik: Binomialverteilung** • verwenden Bernoulliketten zur Beschreibung entsprechender Zufallsexperimente • erklären die Binomialverteilung und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten • beschreiben den Einfluss der Parameter n und p auf Binomialverteilungen und ihre graphische Darstellung	**Modellieren** Strukturieren Mathematisieren **Argumentieren** Vermuten Rezipieren **Werkzeuge nutzen** • GTR: Ermitteln von Kennzahlen statistischer Daten • Berechnen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen • Berechnen von Wahrscheinlichkeiten

Thema: Modellieren mit der Binomialverteilung (Q-GK-S3)

Qualifikationsphase GK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 7: Die Binomialverteilung 7.3 Eigenschaften der Binomialverteilung	**Stochastik: Binomialverteilung** • nutzen Binomialverteilungen und ihre Kenngrößen zur Lösung von Problemstellungen • schließen anhand einer vorgegebenen Entscheidungsregel aus einem Stichprobenergebnis auf die Grundgesamtheit, • beschreiben den Einfluss der Parameter n und p auf Binomialverteilungen und ihre graphische Darstellung	**Modellieren** Strukturieren Mathematisieren **Argumentieren** Vermuten Rezipieren **Werkzeuge nutzen** • GTR: Ermitteln von Kennzahlen statistischer Daten • Berechnen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen • Berechnen von Wahrscheinlichkeiten

Thema: Von Übergängen und Prozessen (Q-GK-S4)

Qualifikationsphase GK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 9: Stochastische Prozesse 9.1 Zustandsvektoren und Übergangsmatrizen 9.2 Langfristige Entwicklung und stationäre Verteilung	**Stochastik: Stochastische Prozesse** • beschreiben stochastische Prozesse mithilfe von Zustandsvektoren und stochastischen Übergangsmatrizen • verwenden die Matrizenmultiplikation zur Untersuchung stochastischer Prozesse (Vorhersage nachfolgender Zustände, numerisches Bestimmen sich stabilisierender Zustände	**Modellieren** Strukturieren • Erarbeiten mit Hilfe mathematischer Kenntnisse Lösungen innerhalb des mathematischen Modells • Ordnen einem mathematischen Modell verschiedene passende Sachsituationen zu Validieren **Argumentieren** Stellen Vermutungen auf • Nutzen mathematische Regeln und sachlogische Argumente für Begründungen

Thema: Natürlich: Exponentialfunktionen (Q-GK-A5)

Qualifikationsphase GK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 3: Ableitungsregeln und Exponentialfunktionen 3.1 Produkte und Verkettungen von Funktionen 3.2. Exponentialfunktionen und ihre Ableitungen	**Funktionen und Analysis: Fortführung der Differentialrechnung** • bilden in einfachen Fällen zusammengesetzte Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung) • deuten die Ableitung mithilfe der Approximation durch lineare Funktionen • führen Eigenschaften von zusammengesetzten Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung) argumentativ auf deren Bestandteile zurück • wenden die Produkt- und Kettenregel zum Ableiten von Funktionen an • bilden die Ableitungen weiterer Funktionen: Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten natürliche Exponentialfunktion • beschreiben die Eigenschaften von Exponentialfunktionen und die besondere Eigenschaft der natürlichen Exponentialfunktion	**Problemlösen** • Lösen durch Einsetzen ausgewählter Routineverfahren und berücksichtigen einschränkende Bedingungen • Setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein • Führen Lösungsplan zielgerichtet aus **Werkzeuge nutzen** • Wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen

Thema: Modellieren (nicht nur) mit Exponentialfunktionen (Q-GK-A6)

Qualifikationsphase GK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**

Kapitel 3: Ableitungsregeln und Exponentialfunktionen 3.3. Wachstmsvorgänge	**Funktionen und Analysis: Fortführung der Differentialrechnung** • wenden die Kettenregel auf Verknüpfungen der natürlichen Exponentialfunktion mit linearen Funktionen an • wenden die Produktregel auf Verknüpfungen von ganzrationalen Funktionen und Exponentialfunktionen anwenden die Produkt- und Kettenregel zum Ableiten von Funktionen an • bilden die Ableitungen weiterer Funktionen: Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten natürliche Exponentialfunktion	**Problemlösen** • Lösen durch Einsetzen ausgewählter Routineverfahren und berücksichtigen einschränkende Bedingungen • Setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein • Führen Lösungsplan zielgerichtet aus **Werkzeuge nutzen** • Wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen

2.1.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Leistungskurs)

Thema: Optimierungsmodelle (Q-LK-A1)

Qualifikationsphase LK	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
Kapitel 1: Extremwertprobleme und Modellbildung 1.1 Höhere Ableitungen und Krümmung 1.2 Extremwertprobleme	**Funktionen und Analysis: Funktionen als mathematische Modelle, Fortführung der Differentialrechnung** • verwenden notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien sowie weitere hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten • beschreiben das Krümmungsverhalten des Graphen einer Funktion mit Hilfe der 2. Ableitung • führen Extremalprobleme durch Kombination mit Nebenbedingungen auf Funktionen einer Variablen zurück und lösen diese • interpretieren Parameter von Funktionen im Anwendungszusammenhang • bestimmen Parameter einer Funktion mit Hilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben („Steckbriefaufgaben“)	**Modellieren** Mathematisieren Problemlösen **Analysieren** Lösungswege entwickeln Beurteilen

Thema: Funktionen beschreiben Formen – Modellieren in Sachsituationen mit ganzrationalen Funktionen (Q-LK-A2)

Qualifikationsphase LK	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
Kapitel 1: Extremwertprobleme und Modellbildung 1.3 Bestimmen von Funktionen **Kapitel 5: Geraden im Raum** 5.1. Lineare Gleichungssysteme	**Funktionen und Analysis: Funktionen als mathematische Modelle, Lineare Gleichungssysteme** • interpretieren Parameter von Funktionen im Anwendungszusammenhang • bestimmen Parameter einer Funktion mit Hilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben („Steckbriefaufgaben“) • stellen lineare Gleichungssysteme in Matrix-Vektor-Schreibweise dar • beschreiben den Gauß-Algorithmus als Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme • wenden den Gauß-Algorithmus ohne digitale Werkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten an, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind • interpretieren die Lösungsmenge von linearen Gleichungssystemen	**Modellieren** Mathematisieren Strukturieren Mathematisieren Lösungen auf die Sachsituation beziehen **Problemlösen** Analysieren Lösungswege entwickeln Beurteilen **Werkzeuge nutzen** • Lösen von Gleichungssystemen mit dem GTR

Thema: Beschreibung von Bewegung und Schattenwurf mit Geraden (Q-LK-G1)

Qualifikationsphase LK	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Prozessbezogene Kompetenzen
Kapitel 5: Geraden im Raum	**Analytische Geometrie und lineare Algebra: Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte**	**Modellieren** Mathematisieren Strukturieren

5.2 Parameterform der Geradengleichung	• stellen Geraden und Strecken in Parameterform dar • interpretieren den Parameter von Geradengleichungen im Sachkontext	Mathematisieren Lösungen auf die Sachsituation beziehen **Werkzeuge nutzen** Lösen von Gleichungssystemen mit dem GTR

Thema: Die Welt vermessen – das Skalarprodukt und seine ersten Anwendungen (Q-LK-G2)

Qualifikationsphase LK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 6: Winkel und Abstände 6.1 Das Skalarprodukt	**Analytische Geometrie und lineare Algebra: Skalarprodukt** • deuten das Skalarprodukt geometrisch und berechnen es • untersuchen mit Hilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung)	**Argumentieren** Vermuten Begründen Argumentationsketten beurteilen **Kommunizieren** Rezipieren Produzieren Diskutieren

Thema: Ebenen als Lösungsmengen von linearen Gleichungen und ihre Beschreibung durch Parameter (Q-LK-G3)

Qualifikationsphase LK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 6: Winkel und Abstände 6.2 Geraden und Ebenen 6.3 Die Vorteile der Normalengleichung	**Analytische Geometrie und lineare Algebra: Darstellungen und Untersuchung geometrischer Objekte** • stellen Ebenen in Koordinaten- und in Parameterform dar • stellen geradlinig begrenzte Punktmengen in Parameterform dar • stellen Ebenen in Normalenform dar und	**Argumentieren** Vermuten Begründen Argumentationsketten beurteilen **Kommunizieren** Rezipieren Produzieren

	nutzen diese zur Orientierung im Raum • berechnen Durchstoßpunkte von Geraden mit Ebenen und deuten sie im Sachkontext	Diskutieren

Thema: Lagebeziehungen und Abstandsprobleme bei gradlinigen bewegten Objekten (Q-LK-G4)

Qualifikationsphase LK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 6: Winkel und Abstände 6.2 Geraden und Ebenen 6.3 Die Vorteile der Normalengleichung	**Analytische Geometrie und lineare Algebra: Darstellungen und Untersuchung geometrischer Objekte** • untersuchen Lagebeziehungen zwischen Geraden • bestimmen Abstände zwischen Punkten und Geraden	**Argumentieren** Vermuten Begründen Argumentationsketten beurteilen **Kommunizieren** Rezipieren Produzieren Diskutieren

Thema: Von der Änderungsrate zum Bestand (Q-LK-A3)

Qualifikationsphase LK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 2: Das Integral 2.1 Flächen, Bestände und Wirkungen	**Funktionen und Analysis: Grundverständnis des Integralbegriffs** • interpretieren Produktsummen im Kontext als Rekonstruktion des Gesamtbestandes oder Gesamteffektes einer Größe • deuten die Inhalte von orientierten Flächen im Kontext • skizzieren zu einer gegebenen Randfunk-	**Kommunizieren** Rezipieren Diskutieren **Argumentieren** Vermuten Begründen **Werkzeuge nutzen: GTR**

	tion die zugehörige Flächeninhaltsfunktion • erläutern und vollziehen an geeigneten Beispielen den Übergang von der Produktsumme zum Integral auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs • ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate • bestimmen Integrale numerisch und mithilfe von gegebenen oder Nachschlagewerken entnommenen Stammfunktionen • bestimmen Integrale mithilfe von gegebenen Stammfunktionen und numerisch, auch unter Verwendung digitaler Werkzeuge	• Integrale mit dem GTR bestimmen

Thema: Von der Randfunktion zur Integralfunktion (Q-LK-A4)

Qualifikationsphase LK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 2: Das Integral 2.2 Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung 2.3 krummlinig begrenzte Flächen	**Funktionen und Analysis: Integralrechnung** • erläutern geometrisch-anschaulich den Zusammenhang zwischen Änderungsrate und Integralfunktion (Hauptsatz der Differential und Integralrechnung) • bestimmen Stammfunktionen ganzrationaler Funktionen • nutzen die Intervalladditivität und Linea-	**Kommunizieren** Rezipieren Diskutieren **Argumentieren** Vermuten Begründen **Werkzeuge nutzen: GTR**

	rität von Integralen • ermitteln Flächeninhalte mit Hilfe von bestimmten Integralen • ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate oder der Randfunktion • LK: erläutern den Zusammenhang zwischen Änderungsrate und Integralfunktion • begründen den Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung unter Verwendung eines anschaulichen Stetigkeitsbegriffs	• Integrale mit dem GTR bestimmen

Thema: Von stochastischen Modellen, Zufallsgrößen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen und ihren Kenngrößen (Q-LK-S1)

Qualifikationsphase LK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 7: Die Binomialverteilung 7.1 Zufallsgrößen und Streumaße	**Stochastik: Kenngrößen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen** • untersuchen Lage- und Streumaße von Stichproben • erläutern den Begriff der Zufallsgröße an geeigneten Beispielen • bestimmen den Erwartungswert und die Standardabweichung von Zufallsgrößen und treffen damit prognostische Aussagen	**Modellieren** Strukturieren Mathematisieren **Argumentieren** Vermuten Rezipieren **Werkzeuge nutzen** • GTR: Ermitteln von Kennzahlen statistischer Daten • Berechnen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen • Berechnen von Wahrscheinlichkeiten

Thema: Treffer oder nicht? Bernoulliexperimente und Binomialverteilung (Q-LK-S2)

Qualifikationsphase LK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 7: Die Binomialverteilung 7.2 Bernoulliexperimente und Binomialverteilung	**Stochastik: Binomialverteilung** • verwenden Bernoulliketten zur Beschreibung entsprechender Zufallsexperimente • erklären die Binomialverteilung und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten • beschreiben den Einfluss der Parameter n und p auf Binomialverteilungen und ihre graphische Darstellung	**Modellieren** Strukturieren Mathematisieren **Argumentieren** Vermuten Rezipieren **Werkzeuge nutzen** • GTR: Ermitteln von Kennzahlen statistischer Daten • Berechnen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen • Berechnen von Wahrscheinlichkeiten

Thema: Untersuchung charakteristischer Größen von Binomialverteilungen (Q-LK-S3)

Qualifikationsphase LK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 7: Die Binomialverteilung 7.3 Eigenschaften der Binomialverteilung	**Stochastik: Binomialverteilung** • nutzen Binomialverteilungen und ihre Kenngrößen zur Lösung von Problemstellungen • schließen anhand einer vorgegebenen Entscheidungsregel aus einem Stichprobenergebnis auf die Grundgesamtheit, • beschreiben den Einfluss der Parameter n und p auf Binomialverteilungen und ihre graphische Darstellung • erklären die Binomialverteilung einschließlich der kombinatorischen Bedeu-	**Modellieren** Strukturieren Mathematisieren **Argumentieren** Vermuten Rezipieren **Werkzeuge nutzen** • GTR: Ermitteln von Kennzahlen statistischer Daten • Berechnen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen • Berechnen von Wahrscheinlichkeiten

	tung der Binomialkoeffizienten und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten • nutzen die σ-Regeln für prognostische Aussagen	

Thema: Natürlich: Exponentialfunktionen (Q-GK-A5)

Qualifikationsphase LK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 3: Ableitungsregeln und Exponentialfunktionen 3.1 Produkte und Verkettungen von Funktionen 3.2. Exponentialfunktionen und ihre Ableitungen **Kapitel 4: Weiterführung der Differential – und Integralrechnung** 4.1 Die natürliche Logarithmusfunktion und ihre Ableitung	**Funktionen und Analysis: Fortführung der Differentialrechnung** • bilden in einfachen Fällen zusammengesetzte Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung) • deuten die Ableitung mithilfe der Approximation durch lineare Funktionen • führen Eigenschaften von zusammengesetzten Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung) argumentativ auf deren Bestandteile zurück • wenden die Produkt- und Kettenregel zum Ableiten von Funktionen an • bilden die Ableitungen weiterer Funktionen: Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten natürliche Exponentialfunktion • beschreiben die Eigenschaften von Exponentialfunktionen und die besondere Eigenschaft der natürlichen Exponentialfunktion	**Problemlösen** • Lösen durch Einsetzen ausgewählter Routineverfahren und berücksichtigen einschränkende Bedingungen • Setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein • Führen Lösungsplan zielgerichtet aus **Werkzeuge nutzen** • Wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen

	• Potenzfunktionen mit rationalen Exponenten • Exponentialfunktionen mit beliebiger Basis • natürliche Logarithmusfunktion • begründen die besondere Eigenschaft der natürlichen Exponentialfunktion	

Thema: Modellieren (nicht nur) mit Exponentialfunktionen (Q-LK-A6)

Qualifikationsphase LK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 3: Ableitungsregeln und Exponentialfunktionen 3.3. Wachstmsvorgänge **Kapitel 4: Weiterführung der Differential- und Integralrechnung** 4.2 Uneigentliche Integrale und Rotationskörper	**Funktionen und Analysis: Fortführung der Differentialrechnung** • wenden die Kettenregel auf Verknüpfungen der natürlichen Exponentialfunktion mit linearen Funktionen an • wenden die Produktregel auf Verknüpfungen von ganzrationalen Funktionen und Exponentialfunktionen anwenden die Produkt- und Kettenregel zum Ableiten von Funktionen an • bilden die Ableitungen weiterer Funktionen: Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten natürliche Exponentialfunktion • nutzen die natürliche Logarithmusfunktion als Umkehrfunktion der natürlichen Exponentialfunktion • nutzen die natürliche Logarithmusfunk-	**Problemlösen** • Lösen durch Einsetzen ausgewählter Routineverfahren und berücksichtigen einschränkende Bedingungen • Setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein • Führen Lösungsplan zielgerichtet aus **Werkzeuge nutzen** • Wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen

	tion als Stammfunktion der Funktion: $f(x) = x^{-1}$ • bestimmen Flächeninhalte und Volumina von Körpern, die durch die Rotation um die Abszisse entstehen, mit Hilfe von bestimmten und uneigentlichen Integralen • interpretieren Parameter von Funktionen im Kontext und untersuchen ihren Einfluss auf Eigenschaften von Funktionenscharen	

Thema: Ist die Glocke normal (Q-LK-S4)

Qualifikationsphase LK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 8: Beurteilende Statistik 8.1 Alternativtests 8.2. Signifikanztests	**Stochastik: Normalverteilung** • untersuchen stochastische Situationen, die zu annähernd normalverteilten Zufallsgrößen führen • beschreiben den Einfluss der Parameter μ und σ auf die Normalverteilung und die graphische Darstellung ihrer Dichtefunktion (Gaußsche Glockenkurve)	**Modellieren** Erfassen und strukturieren • Treffen Annahmen **Problemlösen** • Analysieren und strukturieren die Problemsituation • Erkennen Muster und Beziehungen **Kommunizieren** Rezipieren • Formalisieren Informationen aus Texten und Darstellungen **Werkzeuge nutzen** • GTR: Variieren den Parameter von Wahrscheinlichkeitsverteilungen • Histogramme erstellen • Formelsammlungen

Thema: Signifikant und relevant? Testen von Hypothesen (Q-LK-S5)

Qualifikationsphase LK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 8: Beurteilende Statistik 8.1 Alternativtests 8.2. Signifikanztests 8.3 Stetige Zufallsgrößen	**Stochastik: Testen von Hypothesen** • beschreiben und beurteilen Fehler 1. und 2. Art • interpretieren Hypothesentests bezogen auf den Sachkontext und das Erkenntnisinteresse • unterscheiden diskrete und stetige Zufallsgrößen und deuten die Verteilungsfunktion als Integralfunktion	**Modellieren** Strukturieren • Erarbeiten mit Hilfe mathematischer Kenntnisse Lösungen innerhalb des mathematischen Modells • Ordnen einem mathematischen Modell verschiedene passende Sachsituationen zu • Validieren **Argumentieren** • Stellen Vermutungen auf • Nutzen mathematische Regeln und sachlogische Argumente für Begründungen

Thema: Von Übergängen und Prozessen (Q-LK-S6)

Qualifikationsphase LK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 9: Stochastische Prozesse 9.1 Zustandsvektoren und Übergangsmatrizen 9.2 Langfristige Entwicklung und stationäre Verteilung	**Stochastik: Stochastische Prozesse** • beschreiben stochastische Prozesse mithilfe von Zustandsvektoren und stochastischen Übergangsmatrizen • verwenden die Matrizenmultiplikation zur Untersuchung stochastischer Prozesse (Vorhersage nachfolgender Zustände, numerisches Bestimmen sich stabilisierender Zustände	**Modellieren** Strukturieren • Erarbeiten mit Hilfe mathematischer Kenntnisse Lösungen innerhalb des mathematischen Modells • Ordnen einem mathematischen Modell verschiedene passende Sachsituationen zu Validieren **Argumentieren** • Stellen Vermutungen auf • Nutzen mathematische Regeln und sachlogische Argumente für Begründungen

Thema: Untersuchungen von Polyedern (Q-LK-G5)

Qualifikationsphase LK	**Inhaltsbezogene Kompetenzen**	**Prozessbezogene Kompetenzen**
Kapitel 6: Winkel und Abstände 6.2 Geraden und Ebenen 6.3 Die Vorteile der Normalengleichung	**Analytische Geometrie und lineare Algebra: Darstellungen und Untersuchung geometrischer Objekte** • untersuchen Lagebeziehungen zwischen Geraden und Ebenen • bestimmen Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen	**Argumentieren** Vermuten Begründen • Argumentationsketten beurteilen **Kommunizieren** Rezipieren Produzieren Diskutieren

2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Mathematik die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. In diesem Zusammenhang beziehen sich die Grundsätze 1 bis 15 auf fächerübergreifende Aspekte, die auch Gegenstand der Qualitätsanalyse sind, die Grundsätze 16 bis 25 sind fachspezifisch angelegt.

Überfachliche Grundsätze:

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

Fachliche Grundsätze:

16) Im Unterricht werden fehlerhafte Schülerbeiträge produktiv im Sinne einer Förderung des Lernfortschritts der gesamten Lerngruppe aufgenommen.
17) Der Unterricht ermutigt die Lernenden dazu, auch fachlich unvollständige Gedanken zu äußern und zur Diskussion zu stellen.
18) Die Bereitschaft zu problemlösenden Arbeiten wird durch Ermutigungen und Tipps gefördert und unterstützt.
19) Die Einstiege in neue Themen erfolgen grundsätzlich mithilfe sinnstiftender Kontexte, die an das Vorwissen der Lernenden anknüpfen und deren Bearbeitung sie in die dahinter stehende Mathematik führt.
20) Es wird genügend Zeit eingeplant, in der sich die Lernenden neues Wissen aktiv konstruieren und in der sie angemessene Grundvorstellungen zu neuen Begriffen entwickeln können.

21) Durch regelmäßiges wiederholendes Üben werden grundlegende Fertigkeiten „wachgehalten“.
22) Im Unterricht werden an geeigneter Stelle differenzierende Aufgaben (z. B. „Blütenaufgaben“) eingesetzt.
23) Die Lernenden werden zu regelmäßiger, sorgfältiger und vollständiger Dokumentation der von ihnen bearbeiteten Aufgaben angehalten.
24) Im Unterricht wird auf einen angemessenen Umgang mit fachsprachlichen Elementen geachtet.
25) Digitale Medien werden regelmäßig dort eingesetzt, wo sie dem Lernfortschritt dienen.

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

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:

- Klausuren können nach entsprechender Wiederholung im Unterricht auch Aufgabenteile enthalten, die Kompetenzen aus weiter zurückliegenden Unterrichtsvorhaben oder übergreifende prozessbezogene Kompetenzen erfordern.
- Mindestens eine Klausur je Schuljahr in der E-Phase sowie in Grund- und Leistungskursen der Q-Phase enthält einen „hilfsmittelfreien“ Teil.
- Alle Klausuren in der Q-Phase enthalten auch Aufgaben mit Anforderungen im Sinne des Anforderungsbereiches III (vgl. Kernlehrplan Kapitel 4).
- Für die Aufgabenstellung der Klausuraufgaben werden die Operatoren der Aufgaben des Zentralabiturs verwendet. Diese sind mit den Schülerinnen und Schülern zu besprechen.
- Schülerinnen und Schülern wird in allen Kursen Gelegenheit gegeben, mathematische Sachverhalte zusammenhängend (z. B. eine Hausaufgabe, einen fachlichen Zusammenhang, einen Überblick über Aspekte eines Inhaltsfeldes …) selbstständig vorzutragen.

Verbindliche Instrumente:

Überprüfung der schriftlichen Leistung

- **Einführungsphase:** Zwei Klausuren je Halbjahr, davon eine (in der Regel die vierte Klausur in der Einführungsphase) als landeseinheitlich zentral gestellte Klausur. Dauer der Klausuren: 2 Unterrichtsstunden. (Vgl. APO-GOSt B § 14 (1) und VV 14.1.)
- **Grundkurse Q-Phase Q 1.1 – Q 2.1:** Zwei Klausuren je Halbjahr. Dauer der Klausuren: 3 Unterrichtsstunden (die Fachkonferenz hat beschlossen, hier die obere Grenze der Bandbreite für Q1 und Q2 zu nutzen). (Vgl. APO-GOSt B § 14 (2) und VV 14.12)
- **Grundkurse Q-Phase Q 2.2:** Eine Klausur unter Abiturbedingungen für Schülerinnen und Schüler, die Mathematik als 3. Abiturfach gewählt haben. Dauer der Klausur: 3 Zeitstunden. (Vgl. APO-GOSt B § 14 (2) und VV 14.2.)
- **Leistungskurse Q-Phase Q 1.1 – Q 2.1**: Zwei Klausuren je Halbjahr. Dauer der Klausuren: 4 Unterrichtsstunden (die Fachkonferenz hat beschlossen, in allen Klausuren dieser Kurshalbjahre einheitlich zu verfahren). (Vgl. APO-GOSt B § 14 (2) und VV 14.2.)
- **Leistungskurse Q-Phase Q 2.2:** Eine Klausur unter Abiturbedingungen (die Fachkonferenz hat beschlossen, die letzte Klausur vor den Abiturklausuren unter Abiturbedingungen bzgl. Dauer und inhaltlicher Gestaltung zu stellen). Dauer der Klausur: 4,25 Zeitstunden. (Vgl. APO-GOSt B § 14 (2) und VV 14.2.)

- **Facharbeit:** Gemäß Beschluss der Lehrerkonferenz wird die erste Klausur Q2 für diejenigen Schülerinnen und Schüler, die eine Facharbeit im Fach Mathematik schreiben, durch diese ersetzt. (Vgl. APO-GOSt B § 14 (3) und VV 14.3.)

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

- Beteiligung am Unterrichtsgespräch (Qualität, Quantität und Kontinuität)
- 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
- Ergebnisse schriftlicher Übungen
- Anfertigen zusätzlicher Arbeiten, z. B. eigenständige Ausarbeitungen im Rahmen binnendifferenzierender Maßnahmen, Erstellung von Computerprogrammen

<u>Übergeordnete Kriterien:</u>
Konkretisierte Kriterien:
Kriterien für die Überprüfung der schriftlichen Leistung

- Die Bewertung der schriftlichen Leistungen in Klausuren erfolgt über ein Raster mit Hilfspunkten, die im Erwartungshorizont den einzelnen Kriterien zugeordnet sind. Dabei sind in der Qualifikationsphase alle Anforderungsbereiche zu berücksichtigen, wobei der Anforderungsbereich II den Schwerpunkt bildet.

  Die Zuordnung der Hilfspunktsumme zu den Notenstufen orientiert sich in der Einführungsphase an der zentralen Klausur und in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 50% der Hilfspunkte erteilt werden. 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.

Kriterien für die Überprüfung der sonstigen Leistungen
Im Fach Mathematik ist in besonderem Maße darauf zu achten, dass die Schülerinnen und Schüler 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**
	Die Schülerin, der Schüler	
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 Materialen eher lückenhaft
Hausaufgaben	erledigt sorgfältig und vollständig die Hausaufgaben	erledigt die Hausaufgaben weitgehend vollständig, aber teilweise oberflächlich
	trägt Hausaufgaben mit nachvollziehbaren Erläuterungen vor	nennt die Ergebnisse, erläutert erst auf Nachfragen und oft unvollständig
Kooperation	bringt sich ergebnisorientiert in die Gruppen-/Partnerarbeit ein	bringt sich nur wenig in die Gruppen-/Partnerarbeit ein
	arbeitet kooperativ und respektiert die Beiträge Anderer	unterstützt die Gruppenarbeit nur wenig, stört aber nicht
Gebrauch der Fachsprache	wendet Fachbegriffe sachangemessen an und kann ihre Bedeutung erklä-	versteht Fachbegriffe nicht immer, kann sie teilweise nicht sachangemessen anwenden

	ren	
Werkzeuggebrauch	setzt Werkzeuge im Unterricht sicher bei der Bearbeitung von Aufgaben und zur Visualisierung von Ergebnissen ein	benötigt häufig Hilfe beim Einsatz von Werkzeugen zur Bearbeitung von Aufgaben
Präsentation/Referat	präsentiert vollständig, strukturiert und gut nachvollziehbar	präsentiert an mehreren Stellen eher oberflächlich, die Präsentation weist Verständnislücken auf
Schriftliche Übung	ca. 75% der erreichbaren Punkte	ca. 50% der erreichbaren Punkte

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung:

→ Entscheidung wird auf die nächste Fachkonferenz vertagt.

2.4 Lehr- und Lernmittel

Die Fachkonferenz beschließt die Nutzung von folgenden Lehr- und Lernmittel:

Einführungsphase	
Grundkurs:	Lehrbuch: - Fokus Mathematik Einführungsphase, Ausgabe 2014 Empfohlener GTR (Graphikfähiger Taschenrechner): - TI-Nspire
Qualifikationsphase	
Grundkurs:	Lehrbuch: - Fokus Mathematik Qualifikationsphase, Ausgabe 2015 Empfohlener GTR (Graphikfähiger Taschenrechner) - TI-Nspire
Leistungskurs:	Lehrbuch: - Fokus Mathematik Qualifikationsphase, Ausgabe 1015 Empfohlener GTR (Graphikfähiger Taschenrechner) - TI-Nspire

3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

→ Entscheidung wird auf die nächste Fachkonferenz vertagt.

4 Qualitätssicherung und Evaluation

Durch parallele Klausuren (vgl. 2.3) in den Grundkursen, durch Diskussion der Aufgabenstellung von Klausuren in Fachdienstbesprechungen und eine regelmäßige Erörterung der Ergebnisse von Leistungsüberprüfungen wird ein hohes Maß an fachlicher Qualitätssicherung erreicht.
Das schulinterne Curriculum (siehe 2.1) ist zunächst bis 2017 für den ersten Durchgang durch die gymnasiale Oberstufe nach Erlass des Kernlehrplanes verbindlich. Jeweils vor Beginn eines neuen Schuljahres, d.h. erstmalig nach Ende der Einführungsphase im Sommer 2015 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.
Nach Abschluss des Abiturs 2017 wird eine Arbeitsgruppe aus den zu diesem Zeitpunkt in der gymnasialen Oberstufe unterrichtenden Lehrkräften auf der Grundlage ihrer Unterrichtserfahrungen eine Gesamtsicht des schulinternen Curriculums vornehmen und eine Beschlussvorlage für die erste Fachkonferenz des folgenden Schuljahres erstellen.

5 Anhang

5.1 Operatoren Zentralabitur

Operator	**Definition**	**AFB-Bandbreite**
angeben, nennen	Objekte, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen, Begründungen und ohne Darstellung von Lösungsansätzen oder Lösungswegen auf-zählen	I–II, vorw. I
aufstellen, darstellen, erstellen	Sachverhalte, Vermutungen, Zusammenhänge, Methoden, Gleichungen, Gleichungssysteme in übersichtlicher, fachlich sachgerechter oder vorgegebener Form notieren	I–II, vorw. II
begründen	Sachverhalte auf Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurück-führen (hierbei sind Regeln und mathematische Beziehungen zu nutzen)	II
berechnen	Ergebnisse mit Darstellung von Ansatz und Berechnung gewinnen	I–II, vorw. I
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Verfahren in eigenen Worten unter Berücksichtigung der Fachsprache sprachlich angemessen wiedergeben (hier sind auch Einschränkungen möglich z.B.: Beschreiben Sie in Stichworten …)	I– II, vorw. II
bestimmen, ermitteln	Zusammenhänge bzw. Lösungswege aufzeigen, das Vorgehen darstellen und die Ergebnisse formulieren	II
beurteilen	zu Sachverhalten ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen	II–III, vorw. III
beweisen, widerlegen	Beweise im mathematischen Sinne unter Verwendung von bekannten mathematischen Sätzen, logischen Schlüssen und Äquivalenzumformungen, ggf. unter Verwendung von Gegenbeispielen, führen	II–III, vorw. III
darstellen, aufstellen, erstellen	Sachverhalte, Vermutungen, Zusammenhänge, Methoden, Gleichungen, Gleichungssysteme in übersichtlicher, fachlich sachgerechter oder vorgegebener Form notieren	I–II, vorw. II
definieren	die Bedeutung eines Begriffs unter Abgrenzung zu benachbarten Begriffen und der Angabe unveränderlicher Merkmale bestimmen	I–II, vorw. II
entscheiden	sich bei Alternativen eindeutig auf eine Möglichkeit festlegen, eine Begründung ist nicht erforderlich (sofern sie nicht durch einen ergänzenden Operator gefordert wird)	I–II, vorw. II
erklären, erläutern	Sachverhalte verständlich und nachvollziehbar machen und in Zusammenhänge einordnen	II
erläutern, erklären	Sachverhalte verständlich und nachvollziehbar machen und in Zusammenhänge einordnen	II
ermitteln, bestimmen	Zusammenhänge bzw. Lösungswege aufzeigen, das Vorgehen darstellen und die Ergebnisse formulieren	II
erstellen, aufstellen,	Sachverhalte, Vermutungen, Zusammenhänge, Methoden, Gleichungen, Gleichungssysteme in übersichtli-	I–II, vorw. II

darstellen	cher, fachlich sachgerechter oder vorgegebener Form notieren	
graphisch darstellen	hinreichend exakte graphische Darstellungen von Objekten oder Daten anfertigen	I–II, vorw. II
herleiten	die Entstehung oder Ableitung von gegebenen oder beschriebenen Sachverhalten oder Gleichungen aus anderen Sachverhalten darstellen	II
interpretieren	Zusammenhänge bzw. Ergebnisse begründet auf gegebene Fragestellungen beziehen	II
klassifizieren, ordnen	Begriffe, Gegenstände, Daten etc. auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen	II
nachweisen	Aussagen oder Sachverhalte unter Nutzung von gültigen Schlussregeln, Berechnungen, Herleitungen oder logischen Begründungen bestätigen	II–III, vorw. III
nennen, angeben	Objekte, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen, Begründungen und ohne Darstellung von Lösungsansätzen oder Lösungswegen auf-zählen	I–II, vorw. I
ordnen, klassifizieren	Begriffe, Gegenstände, Daten etc. auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen	II
prüfen, untersuchen	Sachverhalte, Probleme, Fragestellungen nach bestimmten, fachlich üblichen bzw. sinnvollen Kriterien bearbeiten	II
skizzieren	wesentliche Eigenschaften von Sachverhalten oder Objekten graphisch dar-stellen (auch Freihandskizzen möglich)	I–II, vorw. II
untersuchen, prüfen,	Sachverhalte, Probleme, Fragestellungen nach bestimmten, fachlich üblichen bzw. sinnvollen Kriterien bearbeiten	II
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln	II
widerlegen, beweisen	Beweise im mathematischen Sinne unter Verwendung von bekannten mathematischen Sätzen, logischen Schlüssen und Äquivalenzumformungen, ggf. unter Verwendung von Gegenbeispielen, führen	II–III, vorw. III
zeichnen	Hinreichend exakte graphische Darstellungen von Objekten oder Daten anfertigen	I–II, vorw. II
zeigen	Aussagen oder Sachverhalte unter Nutzung von gültigen Schlussregeln, Berechnungen, Herleitungen oder logischen Begründungen bestätigen	II–III, vorw. III

Die Operatoren können durch einschränkende Zusatzangaben oder weitere Vorgaben ergänzt werden (z.B. „Bestimmen Sie grafisch…“). Speziell kann bei der Verfügbarkeit von GTR bzw. CAS im Einzelfall die Darstellung eines Lösungsweges gefordert wer-den, welcher auch ohne den Einsatz dieser Technologien nachvollziehbar ist.
Die Angabe einer Folge von GTR-Befehlen erfüllt nicht die Anforderung, ein Vorgehen („bestimmen“, „ermitteln“) oder eine Berechnung („be-rechnen“) darzustellen.