

Schulinterner Lehrplan (SILP) des Johannes-Althusius-Gymnasiums Bad Berleburg

zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe

Mathematik

Gültigkeit:

- für die Einführungsphase
 - für die Qualifikationsphase 1
 - ab dem Schuljahr 2016/2017 in der Qualifikationsphase 2
- Erstes Abitur auf der Grundlage des neuen Kernlehrplans: 2017

Der SILP wird in dieser Zeit laufend ergänzt und vervollständigt.

Version 3 (September 2019)

Grundlegende Informationen finden Sie hier:

- zur Standardsetzung:

<http://www.schulentwicklung.nrw.de/cms/>

- zur Standardüberprüfung, also zu den Abiturvorgaben:

<https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/>

(Achtung: Für das Abitur ab 2021 gibt es wesentliche Änderungen im schriftlichen Bereich!)

Inhalt

		Seite
1	Ziele unsres schulinternen Lehrplans	4
2	Mathematikunterricht am Johannes-Althusius-Gymnasium	8
3	Entscheidungen im Unterricht	10
3.1	Kompetenzerwartungen im Mathematikunterricht	10
3.2	Unterrichtsraster: empfohlene Unterrichtsvorhaben 32	
3.3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	68
3.4	Eingeführte Medien für die Schülerinnen und Schüler	79
4	Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen	81
5	Qualitätssicherung und Evaluation	<u>82</u>

1 Ziele unseres schulinternen Lehrplans

Die Fachkonferenz Mathematik am Johannes-Althusius-Gymnasium hat die Aufgabe, die kompetenzorientierten Vorgaben und Ziele des neuen Kernlehrplans zu konkretisieren. Im Vorwort des Lehrplans schreibt die zuständige Ministerin dazu:

"In Nordrhein-Westfalen ist sukzessive ein umfassendes System der Standardsetzung und Standardüberprüfung aufgebaut worden.

Als Standard werden das Qualitätstableau und kompetenzorientierte Kernlehrpläne gesetzt.

Der Grundgedanke dieser Standardsetzung ist es, in kompetenzorientierten Kernplänen die fachlichen Anforderungen als Ergebnisse klar zu definieren.

Die curricularen Vorgaben konzentrieren sich dabei auf die "fachlichen" Kerne.

Die didaktisch-methodische Gestaltung der Lernprozesse, also die Umsetzung des Kernlehrplans, muss von der Fachkonferenz gestaltet werden und liegt in der pädagogischen Verantwortung der Lehrerinnen und Lehrer.

Schulinterne Lehrpläne konkretisieren die Kernlehrplanvorgaben und berücksichtigen dabei die konkreten Lernbedingungen in der jeweiligen Schule. Sie sind eine wichtige Voraussetzung dafür, dass die Schülerinnen und Schüler die angestrebten Kompetenzen erreichen und sich ihnen verbesserte Lebenschancen eröffnen."

Kernlehrpläne als kompetenzorientierte Unterrichtsvorgaben, was heißt das?

"In diesen Plänen stehen die erwarteten Lernergebnisse im Mittelpunkt.

Sie beschreiben die erwarteten Lernergebnisse in Form von prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen, die im Unterricht verknüpft werden müssen.

Für die prozessbezogenen Kompetenzen sind folgende Kompetenzen als Beispiel angegeben:

Lösen (lös)

lös01: Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege.

lös02: Die Schülerinnen und Schüler 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).

lös03: Die Schülerinnen und Schüler setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein.

lös04: Die Schülerinnen und Schüler wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen.

lös05: Die Schülerinnen und Schüler wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus.

lös06: Die Schülerinnen und Schüler berücksichtigen einschränkende Bedingungen.

lös07: Die Schülerinnen und Schüler führen einen Lösungsplan zielgerichtet aus.

Für die inhaltsbezogenen Kompetenzen sind folgende Kompetenzen für den Leistungskurs als Beispiele angegeben:

LGK01: Die Schülerinnen und Schüler stellen lineare Gleichungssysteme in Matrix-Vektor-Schreibweise dar.

LGK02: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Gauß-Algorithmus als Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme.

LGK03: Die Schülerinnen und Schüler wenden den Gauß-Algorithmus ohne digitale Werkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten an, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind.

Die Lehrkräfte müssen in Abstimmung mit der Mathematikfachkonferenz den Unterricht so fachdidaktisch-methodisch gestalten, dass die Schülerinnen und Schüler die vom Kernlehrplan gesteckten Ziele erreichen.

Was ist noch zu beachten?

Die seit 1999 geltenden Richtlinien für die Oberstufe gelten weiterhin:

"Erziehung und Unterricht in der gymnasialen Oberstufe sollen zu einer wissenschaftspropädeutischen Ausbildung führen und Hilfen geben zur persönlichen Entfaltung in sozialer Verantwortlichkeit."

"Wissenschaftspropädeutisches Lernen ist ein besonders akzentuiertes wissenschaftsorientiertes Lernen, das durch Systematisierung, Methodenbewusstsein, Problematisierung und Distanz gekennzeichnet ist und das die kognitiven und affektiven Verhaltensweisen umfasst, die Merkmale wissenschaftlichen Arbeitens sind. Wissenschaftspropädeutisches Lernen setzt Wissen voraus."

Folgende Elemente gehören zu diesem Lernen:

Grundlagenwissen, Selbstständiges Lernen und Arbeiten, Reflexions- und Urteilsfähigkeit, grundlegende Einstellungen und Verhaltensweisen für wissenschaftliches Arbeiten

"Persönliche Entfaltung und soziale Verantwortlichkeit bestimmen den Erziehungsauftrag der Oberstufe. Erziehung findet in erster Linie im Unterricht statt; das Schulleben insgesamt muss aber ebenso Ansatzpunkte bieten, um den Erziehungsprozess zu fördern und die Schülerinnen und Schüler in die Entscheidungsprozesse der Schule einzubeziehen."

Dazu gehört:

"Die Schülerinnen und Schüler sollen ihre individuellen Fähigkeiten entfalten und nutzen."

"Die Schülerinnen und Schüler sollen sich mit Werten, Wertesystemen und Orientierungsmustern auseinandersetzen können, um

tragfähige Antworten auf die Fragen nach dem Sinn des eigenen Lebens zu finden."

"Die Schülerinnen und Schüler sollen ihre sozialen Kompetenzen entwickeln und in der aktiven Mitwirkung am Leben in einem demokratisch verfassten Gemeinwesen unterstützt werden."

"Die Schülerinnen und Schüler sollen auf ein Leben in einem zusammenwachsenden Europa und in einer international verflochtenen Welt vorbereitet werden."

"Die Schülerinnen und Schüler sollen bei ihrer Studien- und Berufswahl unterstützt werden."

Dafür entwickeln wir unseren Unterricht weiter,
darum dieser schulinterne Lehrplan.

Alle Mathematiklehrerinnen und -lehrer freuen sich über Ihre Rückmeldung, insbesondere über konstruktive Verbesserungsvorschläge.

Für die Fachkonferenz:

Thorsten Mankel, mk@jag-bad-berleburg.de

2 Mathematikunterricht am Johannes-Althusius-Gymnasium

Das Johannes-Althusius-Gymnasium Bad Berleburg ist das einzige Gymnasium im Gebiet "der Stadt der Dörfer", das Umfeld ist weit ab von größeren Städten und Fernverkehrsverbindungen durch seinen ländlichen Charakter mit regen kulturellen Leben und vielen kleineren und mittelständischen leistungsstarken Betrieben geprägt. Das Gymnasium ist in der Sekundarstufe I entweder zwei- oder dreizügig. In der Einführungsphase werden die Sekundarstufenjahrgänge des Gymnasiums regelmäßig in erheblichem Ausmaß durch Realschülerinnen und -schüler verstärkt, die nach dem qualifizierten Abschluss der Sekundarstufe I das Abitur anstreben.

Die Schülerschaft stammt fast ausschließlich aus dem Stadtgebiet und einigen Ortsteilen der Gemeinde Erndtebrück.

Mathematik wird ab der 5. Jahrgangsstufe durchgehend unterrichtet. Überdurchschnittlich viele Schülerinnen und Schüler wählen einen Leistungskurs in Mathematik. Der Unterricht findet zum größten Teil in Doppelstunden statt.

Die bisherigen schriftlichen Abiturarbeiten in Nordrhein-Westfalen sind so konzipiert, dass alle Aufgaben mit der Hilfe eines grafikfähigen Taschenrechners und der Formelsammlung gelöst werden können. Ab dem Abitur 2017 gibt es jetzt im 1. und 2. Prüfungsfach als ersten Prüfungsteil ohne GTR und Formelsammlung zu lösende Aufgaben. In diesem Prüfungsteil kommen alle drei Inhaltsfelder Funktionen und Analysis, analytische Geometrie und Stochastik vor. Im 2. Teil der schriftlichen Prüfung sind für die Lehrkraft des Leistungskurses die Wahlfreiheiten gegenüber dem aktuellen Abiturmodus stark eingeschränkt. Im Bereich der analytischen Geometrie und der linearen Algebra gibt es keine Wahlmöglichkeit, in den anderen beiden Inhaltsfeldern muss jeweils eine von zwei Aufgaben gewählt werden. Dazu kommt, dass jetzt der Einsatz von grafikfähigen Taschenrechnern verbindlich wird.

Die Fachkonferenz Mathematik muss diesen Änderungen Rechnungen tragen.

Folgende Punkte sind wichtig für die Realisierung erfolgreichen Unterrichts:

- Die Lehrkraft schafft eine möglichst angenehme Atmosphäre im Unterricht, in dem sie mit den Schülerinnen und Schülern achtsam und

wertschätzend umgeht, sie immer wieder ermutigt und individuell fördert, insbesondere unsere Seiteneinsteiger.

- Die Lehrkraft fördert durch seinen Unterricht das wissenschaftspropädeutische Arbeiten, die persönliche Entfaltung und soziale Verantwortung der Schülerinnen und Schüler.
- Die Lehrkraft gestaltet seinen Unterricht so, dass die Schülerinnen und Schüler möglichst aktiv am Unterricht teilnehmen.
- Die Lehrkraft nutzt dazu die verschiedenen Sozial- und Kooperationsformen sinnvoll.
- Die Lehrkraft bildet sich regelmäßig fort und sucht den Austausch mit Fachkollegen.
- Die Lehrkraft bewertet den Lernerfolg mit transparenten Kriterien.
- Die Lehrkraft berücksichtigt, dass der nachhaltige Erwerb von Kompetenzen viele Einübungssituationen, Geduld und Ermutigungen erfordert.
- Die Lehrkraft hat die aktuellen Abiturvorgaben und aktuelle den Mathematikunterricht betreffende Änderungen im Blick.
- Die Lehrkraft weist die Schülerinnen und Schüler auf interessante Veranstaltungen oder Informationsquellen hin.
- Die Lehrkraft nutzt die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler, die sie im Mathematikunterricht erworben haben und verwendet deren Kenntnisse und Fertigkeiten im Mathematikunterricht.
- Die Lehrkraft arbeitet sich in den Umgang mit dem eingeführten GTR und anderer digitaler Hilfsmittel ein und verwendet diese im Unterricht umfassend, indem sie evtl. die Erfahrung der anderen Kolleginnen und Kollegen nutzt.
- Da der Kernlehrplan outputorientiert ist, informieren sich alle Mathematiklehrer über die gestellten Abituraufgaben und die Aufgaben der zentralen Prüfung am Ende der Einführungsphase und die aktuellen

Vorgaben für das Abitur und die zentrale Prüfung am Ende der Einführungsphase.

- Die Lehrkraft verwendet die eingeführte Formelsammlung im Unterricht, da sie u.a. ein wichtiges Hilfsmittel im Abitur ist.

- Der Lehrkraft regt Neu- und Ersatzbeschaffungen, um die Unterrichtsqualität zu verbessern, aber auch um interessante Facharbeitsthemen zu ermöglichen und interessierten Schülerinnen und Schülern aktuelle und weiterführende Literatur zu bieten.

→ Die Fachkonferenz ergänzt und evaluiert die schulinternen Lehrpläne.

3 Entscheidungen zum Unterricht, insbesondere Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit im Mathematikunterricht der gymnasialen Oberstufe

- Der Mathematikunterricht muss die im Kernlehrplan aufgeführten prozessbezogenen Kompetenzen mit den fachinhaltsbezogenen Kompetenzen so zusammenführen, so dass alle im Kernlehrplan beschriebenen Kompetenzen erreicht werden können.

- Die intensive Diskussion der Lehrkräfte hat ergeben, dass sehr unterschiedliche Möglichkeiten bestehen, um die vorgeschriebenen Kompetenzen zu vermitteln. Dabei spielt die Inhomogenität der Lerngruppen untereinander, die sehr unterschiedlichen Stundentafeln der verschiedenen Kurse, aber auch die unterschiedlichen Lehrkraftpersönlichkeiten mit ihren reichhaltigen Erfahrungen eine große Rolle.

Die Fachkonferenz konzentriert deswegen auf die Kompetenzerwartungen, die in einem ersten Schritt analysiert und zur besseren Behandlung katalogisiert und schafft damit einen großen Gestaltungsfreiraum für die Lehrkräfte, die die betreffenden Kurse unterrichten.

3.1 Kompetenzerwartungen im Mathematikunterricht

Der Lehrer setzt diese Vorgaben in seinem Unterricht so um, dass die Schülerinnen und Schüler alle folgenden Kompetenzen erwerben können:

3.1.1 Mathematische Kompetenzerwartungen in den prozessbezogenen Kompetenzbereichen in der Sekundarstufe II

MODELLIEREN

Strukturieren (str)

str01: Die Schülerinnen und Schüler erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung.

str02: Die Schülerinnen und Schüler treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor.

Mathematisieren (mat)

mat01: Die Schülerinnen und Schüler übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle.

mat02: Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells.

Validieren (val)

val01: Die Schülerinnen und Schüler beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation,

val02: Die Schülerinnen und Schüler beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung.

val03: Die Schülerinnen und Schüler verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung,

val04: Die Schülerinnen und Schüler reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen.

PROBLEMLÖSEN

ERKUNDEN (erk)

erk01: Die Schülerinnen und Schüler recherchieren Informationen.

erk02: Die Schülerinnen und Schüler erkennen und formulieren einfache und komplexe mathematische Probleme.

erk03: Die Schülerinnen und Schüler finden und stellen Fragen zu einer gegebenen Problemsituation.

erk04: Die Schülerinnen und Schüler analysieren und strukturieren die Problemsituation.

erk05: Die Schülerinnen und Schüler wählen heuristische Hilfsmittel (z.B. Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren) aus, um die Situation zu erfassen.

erk06: Die Schülerinnen und Schüler erkennen Muster und Beziehungen.

Lösen (lös)

lös01: Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege,

lös02: Die Schülerinnen und Schüler 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).

lös03: Die Schülerinnen und Schüler setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein.

lös04: Die Schülerinnen und Schüler wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen.

lös05: Die Schülerinnen und Schüler wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus.

lös06: Die Schülerinnen und Schüler berücksichtigen einschränkende Bedingungen.

lös07: Die Schülerinnen und Schüler führen einen Lösungsplan zielgerichtet aus.

Reflektieren (ref)

ref01: Die Schülerinnen und Schüler überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen.

ref02: Die Schülerinnen und Schüler interpretieren Ergebnisse auf dem Hintergrund der Fragestellung.

ref03: Die Schülerinnen und Schüler vergleichen verschiedene Lösungswege bezüglich Unterschieden und Gemeinsamkeiten.

ref04: Die Schülerinnen und Schüler beurteilen und optimieren Lösungswege mit Blick auf Richtigkeit und Effizienz.

ref05: Die Schülerinnen und Schüler beurteilen und optimieren Lösungswege mit Blick auf Richtigkeit und Effizienz.

ref06: Die Schülerinnen und Schüler analysieren und reflektieren Ursachen von Fehlern.

ref07: Die Schülerinnen und Schüler variieren Fragestellungen auf dem Hintergrund einer Lösung.

ARGUMENTIEREN

Vermutungen (ver)

ver01: Die Schülerinnen und Schüler stellen Vermutungen auf.

ver02: Die Schülerinnen und Schüler unterstützen Vermutungen beispielgebunden.

ver03: Die Schülerinnen und Schüler präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur.

Begründen (beg)

beg01: Die Schülerinnen und Schüler stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (Ober-/Unterbegriff).

beg02: Die Schülerinnen und Schüler nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen.

beg03: Die Schülerinnen und Schüler verknüpfen Argumente zu Argumentationsketten.

beg04: Die Schülerinnen und Schüler nutzen verschiedene Argumentationsstrategien (direktes Schlussfolgern, Gegenbeispiele, indirekter Beweis).

beg05: Die Schülerinnen und Schüler berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige/hinreichende Bedingung, Folgerungen/Äquivalenz, Und-/Oder-Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen).

beg06: Die Schülerinnen und Schüler erklären vorgegebene Argumentationen und mathematische Beweise.

Beurteilen (beu)

beg01: Die Schülerinnen und Schüler erkennen lückenhafte Argumentationsketten und vervollständigen sie.

beg02: Die Schülerinnen und Schüler erkennen fehlerhafte Argumentationsketten und korrigieren sie.

beg03: Die Schülerinnen und Schüler überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können.

beg04: Die Schülerinnen und Schüler beurteilen Argumentationsketten hinsichtlich ihrer Reichweite und Übertragbarkeit.

Kommunizieren

Rezipieren (rez)

rez01: Die Schülerinnen und Schüler erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus zunehmend komplexen mathemathikhaltigen Texten

und Darstellungen, aus authentischen Texten, mathematischen Fachtexten sowie aus Unterrichtsbeiträgen.

rez02: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren.

rez03: Die Schülerinnen und Schüler erläutern mathematische Begriffe in theoretischen und in Sachzusammenhängen.

rez04: Die Schülerinnen und Schüler formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege.

Produzieren (pro)

pro01: Die Schülerinnen und Schüler formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege.

pro02: Die Schülerinnen und Schüler verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang.

pro03: Die Schülerinnen und Schüler wählen begründet eine geeignete Darstellungsform aus.

pro04: Die Schülerinnen und Schüler wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen.

pro05: Die Schülerinnen und Schüler dokumentieren Arbeitsschritte nachvollziehbar.

pro06: Die Schülerinnen und Schüler erstellen Ausarbeitungen und präsentieren sie.

Diskutieren (dis)

dis01: Die Schülerinnen und Schüler greifen Beiträge auf und entwickeln sie weiter.

dis02: Die Schülerinnen und Schüler nehmen zu mathemathhaltigen, auch fehlerbehafteten Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung.

dis03: Die Schülerinnen und Schüler vergleichen und beurteilen ausgearbeitete Lösungen hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität.

dis04: Die Schülerinnen und Schüler führen Entscheidungen auf der Grundlage fachbezogener Diskussionen herbei.

Werkzeuge nutzen

Werkzeuge nutzen (wer)

wer01: Die Schülerinnen und Schüler nutzen Formelsammlungen, Geodreiecke, Zirkel, geometrische Modelle, grafikfähige Taschenrechner, Tabellenkalkulationen, Funktionenplotter, Dynamische Geometrie-Software und gegebenenfalls Computer-Algebra-Systeme.

wer2_: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum.....

wer2a: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen.

wer2b: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen.

wer2c: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Darstellen von Funktionen grafisch und als Wertetabelle.

wer2d: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum grafischen Messen von Steigungen.

wer2e: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Berechnen der Ableitung einer Funktion an einer Stelle,

wer2f: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Messen von Flächeninhalten zwischen Funktionsgraph und Abszisse.

wer2g: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Ermitteln des Wertes eines bestimmten Integrales.

wer2h: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Durchführen von Operationen mit Vektoren und Matrizen.

wer2i: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum grafischen Darstellen von Ortsvektoren, Vektorsummen und Geraden.

wer2j: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Darstellen von Objekten im Raum.

wer2k: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Generieren von Zufallszahlen.

wer2m: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Ermitteln der Kennzahlen statistischer Daten (Mittelwert, Standardabweichung),

wer2n: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Variieren der Parameter von Wahrscheinlichkeitsverteilungen.

wer2o: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Erstellen der Histogramme von Wahrscheinlichkeitsverteilungen.

wer2p: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Berechnen der Kennzahlen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Erwartungswert, Standardabweichung).

wer2q: Die Schülerinnen und Schüler verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei binomialverteilten und (auf erhöhtem Anforderungsniveau) normalverteilten Zufallsgrößen.

wer03: Die Schülerinnen und Schüler nutzen mathematische Hilfsmittel und digitale Werkzeuge zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen.

wer04: Die Schülerinnen und Schüler entscheiden situationsangemessen über den Einsatz mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge und wählen diese gezielt aus.

wer05: Die Schülerinnen und Schüler reflektieren und begründen die Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge.

3.1.2 Mathematische Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen in den inhaltsbezogenen Kompetenzbereichen in der Sekundarstufe II

3.1.2.1 Für den Grundkurs in der Einführungsphase:

-> Inhaltsfeld Funktionen und Analysis (A)

Einführungsphase, Funktionen und Analysis, inhaltliche Schwerpunkte (EAiS)

EAiS1: Grundlegende Eigenschaften von Potenz-, Exponential- und Sinusfunktionen

EAiS2: Grundverständnis des Ableitungsbegriffs

EAiS3: Differentialrechnung ganzrationaler Funktionen

Einführungsphase, Funktionen und Analysis, Kompetenzerwartungen (EAK)

EAK01: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die Eigenschaften von Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten sowie von quadratischen und kubischen Wurzelfunktionen.

EAK02: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben Wachstumsprozesse mithilfe linearer Funktionen und Exponentialfunktionen.

EAK03: Die Schülerinnen und Schüler wenden einfache Transformationen (Streckung, Verschiebung) auf Funktionen (Sinusfunktion, quadratische Funktionen, Potenzfunktionen, Exponentialfunktionen) an und deuten die zugehörigen Parameter.

EAK04: Die Schülerinnen und Schüler berechnen durchschnittliche und lokale Änderungsraten und interpretieren sie im Kontext.

EAK05: Die Schülerinnen und Schüler erläutern qualitativ auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs an Beispielen den Übergang von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate.

EAK06: Die Schülerinnen und Schüler deuten die Tangente als Grenzlage einer Folge von Sekanten.

EAK07: Die Schülerinnen und Schüler deuten die Ableitung an einer Stelle als lokale Änderungsrate/Tangentensteigung.

EAK08: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben und interpretieren Änderungsratenfunktional (Ableitungsfunktion).

EAK09: Die Schülerinnen und Schüler leiten Funktionen graphisch ab.

EAK11: Die Schülerinnen und Schüler begründen Eigenschaften von Funktionsgraphen (Monotonie, Extrempunkte) mithilfe der Graphen der Ableitungsfunktionen.

EAK12: Die Schülerinnen und Schüler begründen Eigenschaften von Funktionsgraphen (Monotonie, Extrempunkte) mithilfe der Graphen der Ableitungsfunktionen.

EAK13: Die Schülerinnen und Schüler nutzen die Ableitungsregel für Potenzfunktionen mit natürlichem Exponenten.

EAK14: Die Schülerinnen und Schüler nennen die Kosinusfunktion als Ableitung der Sinusfunktion.

EAK15: Die Schülerinnen und Schüler wenden die Summen- und Faktorregel auf ganzrationale Funktionen an.

EAK16: Die Schülerinnen und Schüler lösen Polynomgleichungen, die sich durch einfaches Ausklammern oder Substituieren auf lineare und quadratische Gleichungen zurückführen lassen, ohne digitale Hilfsmittel.

EAK17: Die Schülerinnen und Schüler verwenden das notwendige Kriterium und das Vorzeichenwechselkriterium zur Bestimmung von Extrempunkten.

EAK18: Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden lokale und globale Extrema im Definitionsbereich.

EAK19: Die Schülerinnen und Schüler verwenden am Graphen oder Term einer Funktion ablesbare Eigenschaften als Argumente beim Lösen von inner- und außermathematischen Problemen.

-> Analytische Geometrie und lineare Geometrie (A)

Einführungsphase, analytische Geometrie und lineare Algebra, inhaltliche Schwerpunkte (EGiS)

EGiS1: Koordinatisierungen des Raumes

EGiS2: Vektoren und Vektoroperationen

Einführungsphase, analytische Geometrie und lineare Algebra, Kompetenzerwartungen (EGK)

EGK01: Die Schülerinnen und Schüler wählen geeignete kartesische Koordinatisierungen für die Bearbeitung eines geometrischen Sachverhalts in der Ebene und im Raum.

EGK01: Die Schülerinnen und Schüler stellen geometrische Objekte in einem räumlichen kartesischen Koordinatensystem dar.

EGK02: Die Schülerinnen und Schüler deuten Vektoren (in Koordinatendarstellung) als Verschiebungen und kennzeichnen Punkte im Raum durch Ortsvektoren.

EGK03: Die Schülerinnen und Schüler stellen gerichtete Größen (z.B. Geschwindigkeit, Kraft) durch Vektoren dar.

EGK04: Die Schülerinnen und Schüler berechnen Längen von Vektoren und Abstände zwischen Punkten mithilfe des Satzes des Pythagoras.

EGK05: Die Schülerinnen und Schüler addieren Vektoren, multiplizieren Vektoren mit einem Skalar und untersuchen Vektoren auf Kollinearität.

EGK06: Die Schülerinnen und Schüler weisen Eigenschaften von besonderen Dreiecken und Vierecken mithilfe von Vektoren nach.

-> Analytische Geometrie und lineare Geometrie (A)

Einführungsphase, Stochastik, inhaltliche Schwerpunkte (ESiS)

ESiS1: Mehrstufige Zufallsexperimente

ESiS2: Bedingte Wahrscheinlichkeiten

Einführungsphase, Stochastik, Kompetenzerwartungen (ESK)

ESK01: Die Schülerinnen und Schüler deuten Alltagssituationen als Zufallsexperimente.

ESK02: Die Schülerinnen und Schüler simulieren Zufallsexperimente.

ESK03: Die Schülerinnen und Schüler verwenden Urnenmodelle zur Beschreibung von Zufallsprozessen.

ESK04: Die Schülerinnen und Schüler stellen Wahrscheinlichkeitsverteilungen auf und führen Erwartungswertbetrachtungen durch.

ESK05: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben mehrstufige Zufallsexperimente und ermitteln Wahrscheinlichkeiten mithilfe der Pfadregeln.

ESK06: Die Schülerinnen und Schüler modellieren Sachverhalte mithilfe von Baumdiagrammen und Vier-oder Mehrfeldertafeln.

ESK07: Die Schülerinnen und Schüler bestimmen bedingte Wahrscheinlichkeiten.

ESK08: Die Schülerinnen und Schüler prüfen Teilvorgänge mehrstufiger Zufallsexperimente auf stochastische Unabhängigkeit.

ESK09: Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten Problemstellungen im Kontext bedingter Wahrscheinlichkeiten.

3.1.2.1 Für den Grundkurs in der Qualifizierungsphase:

-> Inhaltsfeld Funktionen und Analysis (A)

Grundkurs, Inhaltsfeld Funktionen und Analysis (A)

Grundkurs, Funktionen und Analysis, inhaltliche Schwerpunkte (GAiS)

GAiS1: Funktionen als mathematische Modelle

GAiS2: Fortführung der Differentialrechnung

GAiS3: Grundverständnis des Integralbegriffs

GAiS4: Integralrechnung

KOMPETENZERWARTUNGEN

GAK01: Die Schülerinnen und Schüler führen Extremalprobleme durch Kombination mit Nebenbedingungen auf Funktionen einer Variablen zurück und lösen diese.

GAK02: Die Schülerinnen und Schüler verwenden notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien sowie weitere hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten.

GAK03: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben das Krümmungsverhalten des Graphen einer Funktion mithilfe der 2. Ableitung.

GAK04: Die Schülerinnen und Schüler interpretieren Parameter von Funktionen im Anwendungszusammenhang.

GAK05: Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Parameter einer Funktion mithilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben („Steckbriefaufgaben“).

GAK06: Die Schülerinnen und Schüler bilden die Ableitungen weiterer Funktionen: a) Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten, b) natürliche Exponentialfunktion

GAK07: Die Schülerinnen und Schüler bilden in einfachen Fällen zusammengesetzte Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung).

GAK08: Die Schülerinnen und Schüler wenden die Kettenregel auf Verknüpfungen der natürlichen Exponentialfunktion mit linearen Funktionen an.

GAK09: Die Schülerinnen und Schüler wenden die Produktregel auf Verknüpfungen von ganzrationalen Funktionen und Exponentialfunktionen an.

GAK10: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die Eigenschaften von Exponentialfunktionen und die besondere Eigenschaft der natürlichen Exponentialfunktion.

GAK11: Die Schülerinnen und Schüler untersuchen Wachstums- und Zerfallsvorgänge mithilfe funktionaler Ansätze.

GAK12: Die Schülerinnen und Schüler interpretieren Produktsummen im Kontext als Rekonstruktion des Gesamtbestandes oder Gesamteffektes einer Größe.

GAK13: Die Schülerinnen und Schüler deuten die Inhalte von orientierten Flächen im Kontext.

GAK14: Die Schülerinnen und Schüler skizzieren zu einer gegebenen Randfunktion die zugehörige Flächeninhaltsfunktion.

GAK15: Die Schülerinnen und Schüler erläutern und vollziehen an geeigneten Beispielen den Übergang von der Produktsumme zum Integral auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs.

GAK16: Die Schülerinnen und Schüler erläutern geometrisch-anschaulich den Zusammenhang zwischen Änderungsrate und Integralfunktion (Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung).

GAK17: Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Stammfunktionen ganzrationaler Funktionen.

GAK18: Die Schülerinnen und Schüler nutzen die Intervalladditivität und Linearität von Integralen.

GAK19: Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Integrale mithilfe von gegebenen Stammfunktionen und numerisch, auch unter Verwendung digitaler Werkzeuge.

GAK20: Die Schülerinnen und Schüler ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate.

GAK21: Die Schülerinnen und Schüler ermitteln Flächeninhalte mithilfe von bestimmten Integralen.

-> Inhaltsfeld Analytische Geometrie und Lineare Algebra(G)

Grundkurs, analytische Geometrische und lineare Algebra, inhaltliche Schwerpunkte (GGiS)

GGiS1: Lineare Gleichungssysteme

GGiS2: Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte

GGiS3: Lagebeziehungen

GGiS4: Skalarprodukt

KOMPETENZERWARTUNGEN

GGK01: Die Schülerinnen und Schüler stellen lineare Gleichungssysteme in Matrix-Vektor-Schreibweise dar.

GGK02: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Gauß-Algorithmus als Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme.

GGK03: Die Schülerinnen und Schüler wenden den Gauß-Algorithmus ohne digitale Werkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten an, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind.

GGK04: Die Schülerinnen und Schüler interpretieren die Lösungsmenge von linearen Gleichungssystemen.

GGK05: Die Schülerinnen und Schüler stellen Geraden und Strecken in Parameterform dar.

GGK06: Die Schülerinnen und Schüler interpretieren den Parameter von Geradengleichungen im Sachkontext.

GGK07: Die Schülerinnen und Schüler stellen Ebenen in Parameterform dar.

GGK08: Die Schülerinnen und Schüler untersuchen Lagebeziehungen zwischen zwei Geraden und zwischen Geraden und Ebenen.

GGK09: Die Schülerinnen und Schüler berechnen Schnittpunkte von Geraden sowie Durchstoßpunkte von Geraden mit Ebenen und deuten sie im Sachkontext.

GGK10: Die Schülerinnen und Schüler deuten das Skalarprodukt geometrisch und berechnen es.

GGK11: Die Schülerinnen und Schüler untersuchen mithilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung).

Inhaltsfeld Stochastik(S)

Grundkurs, Stochastik, inhaltliche Schwerpunkte (SiS)

GSiS1: Kenngrößen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen

GSiS2: Binomialverteilung

GSiS3: Stochastische Prozesse

KOMPETENZERWARTUNGEN

GSK01: Die Schülerinnen und Schüler stellen lineare Gleichungssysteme in Matrix-Vektor-Schreibweise dar.

GSK02: Die Schülerinnen und Schüler untersuchen Lage- und Streumaße von Stichproben, erläutern den Begriff der Zufallsgröße an geeigneten Beispielen.

GSK03: Die Schülerinnen und Schüler bestimmen den Erwartungswert μ und die Standardabweichung σ von Zufallsgrößen und treffen damit prognostische Aussagen.

GSK04: Die Schülerinnen und Schüler verwenden Bernoulliketten zur Beschreibung entsprechender Zufallsexperimente.

GSK05: Die Schülerinnen und Schüler erklären die Binomialverteilung und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten.

GSK06: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Einfluss der Parameter n und p auf Binomialverteilungen und ihre graphische Darstellung.

GSK07: Die Schülerinnen und Schüler nutzen Binomialverteilungen und ihre Kenngrößen zur Lösung von Problemstellungen.

GSK08: Die Schülerinnen und Schüler schließen anhand einer vorgegebenen Entscheidungsregel aus einem Stichprobenergebnis auf die Grundgesamtheit.

GSK09: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben stochastische Prozesse mithilfe von Zustandsvektoren und stochastischen Übergangsmatrizen.

GSK10: Die Schülerinnen und Schüler verwenden die Matrizenmultiplikation zur Untersuchung stochastischer Prozesse (Vorhersage nachfolgender Zustände, numerisches Bestimmen sich stabilisierender Zustände).

3.1.2.1 Für den Leistungskurs in der Qualifizierungsphase:

-> *Inhaltsfeld Funktionen und Analysis (A)*

Inhaltsfeld Funktionen und Analysis (A)

Leistungskurs, Funktionen und Analysis, inhaltliche Schwerpunkte (LAI S)

LAI S1: Funktionen als mathematische Modelle

LAI S2: Fortführung der Differentialrechnung

LAI S3: Grundverständnis des Integralbegriffs

LAI S4: Integralrechnung

Leistungskurs, Funktionen und Analysis, Kompetenzerwartungen (LAK)

LAK01: Die Schülerinnen und Schüler führen Extremalprobleme durch Kombination mit Nebenbedingungen auf Funktionen einer Variablen zurück und lösen diese.

LAK02: Die Schülerinnen und Schüler verwenden notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien sowie weitere hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten.

LAK03: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben das Krümmungsverhalten des Graphen einer Funktion mithilfe der 2. Ableitung.

LAK04: Die Schülerinnen und Schüler interpretieren Parameter von Funktionen im Kontext und untersuchen ihren Einfluss auf Eigenschaften von Funktionenscharen.

LAK05: Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Parameter einer Funktion mithilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben („Steckbriefaufgaben“).

LAK06: Die Schülerinnen und Schüler bilden die Ableitungen weiterer Funktionen: a) Potenzfunktionen mit rationalen Exponenten b) natürliche Exponentialfunktion c) Exponentialfunktionen mit beliebiger Basis d) natürliche Logarithmusfunktion.

LAK07: Die Schülerinnen und Schüler deuten die Ableitung mithilfe der Approximation durch lineare Funktionen.

LAK08: Die Schülerinnen und Schüler führen Eigenschaften von zusammengesetzten Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung) argumentativ auf deren Bestandteile zurück.

LAK09: Die Schülerinnen und Schüler wenden die Produkt- und Kettenregel zum Ableiten von Funktionen an.

LAK10: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die Eigenschaften von Exponentialfunktionen und begründen die besondere Eigenschaft der natürlichen Exponentialfunktion.

LAK11: Die Schülerinnen und Schüler nutzen die natürliche Logarithmusfunktion als Umkehrfunktion der natürlichen Exponentialfunktion.

LAK12: Die Schülerinnen und Schüler verwenden Exponentialfunktionen zur Beschreibung von Wachstums- und Zerfallsvorgängen und vergleichen die Qualität der Modellierung exemplarisch mit einem begrenzten Wachstum.

LAK13: Die Schülerinnen und Schüler interpretieren Produktsummen im Kontext als Rekonstruktion des Gesamtbestandes oder Gesamteffektes einer Größe.

LAK14: Die Schülerinnen und Schüler deuten die Inhalte von orientierten Flächen im Kontext.

LAK15: Die Schülerinnen und Schüler skizzieren zu einer gegebenen Randfunktion die zugehörige Flächeninhaltsfunktion.

LAK16: Die Schülerinnen und Schüler erläutern und vollziehen an geeigneten Beispielen den Übergang von der Produktsumme zum Integral auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs.

LAK17: Die Schülerinnen und Schüler erläutern den Zusammenhang zwischen Änderungsrate und Integralfunktion.

LAK18: Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Stammfunktionen ganz-rationaler Funktionen.

LAK19: Die Schülerinnen und Schüler nutzen die natürliche Logarithmusfunktion als Stammfunktion der Funktion $x \rightarrow 1/x$.

LAK20: Die Schülerinnen und Schüler nutzen die Intervalladditivität und Linearität von Integralen.

LAK21: Die Schülerinnen und Schüler begründen den Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung unter Verwendung eines anschaulichen Stetigkeitsbegriffs.

LAK22: Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Integrale numerisch und mithilfe von gegebenen oder Nachschlagewerken entnommenen Stammfunktionen.

LAK23: Die Schülerinnen und Schüler ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate oder der Randfunktion.

LAK24: Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Flächeninhalte und Volumina von Körpern, die durch die Rotation um die Abszisse entstehen, mithilfe von bestimmten und uneigentlichen Integralen.

-> Inhaltsfeld Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

*Leistungskurs, analytische **G**eometrie und lineare Algebra, inhaltliche **S**chwerpunkte (LGiS)*

LGiS1: Lineare Gleichungssysteme

LGiS2: Darstellung und Untersuchung geometrischer Objekte

LGiS3: Lagebeziehungen und Abstände

LGiS4: Skalarprodukt

*Leistungskurs, analytische **G**eometrie und lineare Algebra, **K**ompetenzerwartungen (LGK)*

LGK01: Die Schülerinnen und Schüler stellen lineare Gleichungssysteme in Matrix-Vektor-Schreibweise dar.

LGK02: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Gauß-Algorithmus als Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme.

LGK03: Die Schülerinnen und Schüler wenden den Gauß-Algorithmus ohne digitale Werkzeuge auf Gleichungssysteme mit maximal drei Unbekannten an, die mit geringem Rechenaufwand lösbar sind.

LGK04: Die Schülerinnen und Schüler interpretieren die Lösungsmenge von linearen Gleichungssystemen.

LGK05: Die Schülerinnen und Schüler stellen Geraden in Parameterform dar.

LGK06: Die Schülerinnen und Schüler interpretieren den Parameter von Geradengleichungen im Sachkontext.

LGK07: Die Schülerinnen und Schüler stellen Ebenen in Koordinaten- und in Parameterform dar.

LGK08: Die Schülerinnen und Schüler stellen geradlinig begrenzte Punktmengen in Parameterform dar.

LGK09: Die Schülerinnen und Schüler untersuchen Lagebeziehungen zwischen Geraden und zwischen Geraden und Ebenen.

LGK10: Die Schülerinnen und Schüler berechnen Schnittpunkte von Geraden sowie Durchstoßpunkte von Geraden mit Ebenen und deuten sie im Sachkontext,

LGK11: Die Schülerinnen und Schüler deuten das Skalarprodukt geometrisch und berechnen es,

LGK12: Die Schülerinnen und Schüler untersuchen mithilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung).

LGK13: Die Schülerinnen und Schüler stellen Ebenen in Normalenform dar und nutzen diese zur Orientierung im Raum.

LGK14: Die Schülerinnen und Schüler bestimmen Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen.

-> Inhaltsfeld Stochastik (S)

Leistungskurs, Stochastik, inhaltliche Schwerpunkte (LSiS)

LSiS1: Kenngrößen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen

LSiS2: Binomialverteilung und Normalverteilung

LSiS3: Testen von Hypothesen

LSiS4: Stochastische Prozesse

Leistungskurs, Stochastik, Kompetenzerwartungen (LSK)

LSK01: Die Schülerinnen und Schüler untersuchen Lage- und Streumaße von Stichproben.

LSK02: Die Schülerinnen und Schüler erläutern den Begriff der Zufallsgröße an geeigneten Beispielen.

LSK03: Die Schülerinnen und Schüler bestimmen den Erwartungswert μ und die Standardabweichung σ von Zufallsgrößen und treffen damit prognostische Aussagen.

LSK04: Die Schülerinnen und Schüler verwenden Bernoulliketten zur Beschreibung entsprechender Zufallsexperimente.

LSK05: Die Schülerinnen und Schüler erklären die Binomialverteilung einschließlich der kombinatorischen Bedeutung der Binomialkoeffizienten und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten.

LSK06: Die Schülerinnen und Schüler erklären die Binomialverteilung einschließlich der kombinatorischen Bedeutung der Binomialkoeffizienten und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten.

LSK07: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Einfluss der Parameter n und p auf Binomialverteilungen und ihre graphische Darstellung.

LSK08: Die Schülerinnen und Schüler nutzen die σ -Regeln für prognostische Aussagen.

LSK09: Die Schülerinnen und Schüler nutzen Binomialverteilungen und ihre Kenngrößen zur Lösung von Problemstellungen.

LSK10: Die Schülerinnen und Schüler interpretieren Hypothesentests bezogen auf den Sachkontext und das Erkenntnisinteresse.

LSK11: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben und beurteilen Fehler 1. und 2. Art.

LSK12: Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden diskrete und stetige Zufallsgrößen und deuten die Verteilungsfunktion als Integralfunktion.

LSK13: Die Schülerinnen und Schüler untersuchen stochastische Situationen, die zu annähernd normalverteilten Zufallsgrößen führen.

LSK14: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben stochastische Prozesse mithilfe von Zustandsvektoren und stochastischen Übergangsmatrizen.

LSK15: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Einfluss der Parameter μ und σ auf die Normalverteilung und die graphische Darstellung ihrer Dichtefunktion (Gauß'sche Glockenkurve).

LSK16: Die Schülerinnen und Schüler verwenden die Matrizenmultiplikation zur Untersuchung stochastischer Prozesse (Vorhersage nachfolgender Zustände, numerisches Bestimmen sich stabilisierender Zustände).

3.2 Übersichtsraster: empfohlene Unterrichtsvorhaben

Wie in der Einleitung schon beschrieben hat die Diskussion in der Fachschaft ergeben, dass es nicht sinnvoll ist, für jede Lerngruppe und jede Fachlehrkraft stundengenau den Unterrichtsverlauf genau festzulegen. Das ist vollkommen realitätsfern. Wir als Fachschaft entscheiden uns für die einzuführenden Schulbücher und den von uns bevorzugten GTR. Weiterhin beraten wir uns gegenseitig und evaluieren mit der Hilfe der zentralen Prüfungen in Mathematik den durchgeführten Unterricht und erhöhen dadurch die Unterrichtsqualität. Letztlich ist jede Lehrkraft für seinen Unterricht verantwortlich.

Wir empfehlen folgende im Musterschulplan ähnlich vorkommende Module für die Planung des durchzuführenden Unterrichts.

-> für die Einführungsphase:

Funktionen und Analysis (A)

Modul EA1

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

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben die Eigenschaften von Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten sowie quadratischen und kubischen Wurzelfunktionen
- beschreiben Wachstumsprozesse mithilfe linearer Funktionen und Exponentialfunktionen
- wenden einfache Transformationen (Streckung, Verschiebung) auf Funktionen (Sinusfunktion, quadratische Funktionen, Potenzfunktionen, Exponentialfunktionen) an und deuten die zugehörigen Parameter

Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen Tabellenkalkulation, Funktionenplotter und grafikfähige Taschenrechner verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
... Darstellen von Funktionen grafisch und als Wertetabelle
... zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen

Modul EA2

-Thema: Von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- berechnen durchschnittliche und lokale Änderungsraten und interpretieren sie im Kontext
- erläutern qualitativ auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs an Beispielen den Übergang von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate
- deuten die Tangente als Grenzlage einer Folge von Sekanten
- deuten die Ableitung an einer Stelle als lokale Änderungsrate/ Tangentensteigung

- beschreiben und interpretieren Änderungsraten funktional (Ableitungsfunktion)
- leiten Funktionen graphisch ab
- begründen Eigenschaften von Funktionsgraphen (Monotonie, Extrempunkte) mit Hilfe der Graphen der Ableitungsfunktionen

- Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):

Argumentieren (Vermuten)

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Vermutungen auf
- unterstützen Vermutungen beispielgebunden
- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur

- Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
 - ... Darstellen von Funktionen grafisch und als Wertetabelle
 - ... grafischen Messen von Steigungen

nutzen mathematische Hilfsmittel und digitale Werkzeuge zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen

Modul EA3

-Thema: Von den Potenzfunktionen zu den ganzrationalen Funktionen

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern qualitativ auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs an Beispielen den Übergang von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate
- beschreiben und interpretieren Änderungsraten funktional (Ableitungsfunktion)
- leiten Funktionen graphisch ab

- begründen Eigenschaften von Funktionsgraphen (Monotonie, Extrempunkte) mit Hilfe der Graphen der Ableitungsfunktionen
- nutzen die Ableitungsregel für Potenzfunktionen mit natürlichen Exponenten
- wenden die Summen- und Faktorregel auf ganzrationale Funktionen an

Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- analysieren und strukturieren die Problemsituation (*Erkunden*)
- erkennen Muster und Beziehungen (*Erkunden*)
- wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus (*Lösen*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

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

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum

... Lösen von Gleichungen

... zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen

Modul EA4

-Thema: Entwicklung und Anwendung von Kriterien und Verfahren zur Untersuchung von Funktionen

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- leiten Funktionen graphisch ab
- nennen die Kosinusfunktion als Ableitung der Sinusfunktion
- begründen Eigenschaften von Funktionsgraphen (Monotonie, Extrempunkte) mit Hilfe der Graphen der Ableitungsfunktionen

- nutzen die Ableitungsregel für Potenzfunktionen mit natürlichem Exponenten
- wenden die Summen- und Faktorregel auf ganzrationale Funktionen an
- lösen Polynomgleichungen, die sich durch einfaches Ausklammern oder Substituieren auf lineare und quadratische Gleichungen zurückführen lassen, ohne digitale Hilfsmittel
- verwenden das notwendige Kriterium und das Vorzeichenwechselkriterium zur Bestimmung von Extrempunkten
- unterscheiden lokale und globale Extrema im Definitionsbereich
- verwenden am Graphen oder Term einer Funktion ablesbare Eigenschaften als Argumente beim Lösen von inner- und außermathematischen Problemen

Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- erkennen Muster und Beziehungen (*Erkunden*)
- nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (hier: Zurückführen auf Bekanntes) (*Lösen*)
- wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus (*Lösen*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige / hinreichende Bedingung, Folgerungen [...]) (*Begründen*)
- erkennen fehlerhafte Argumentationsketten und korrigieren sie (*Beurteilen*)

Einführungsphase Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

Modul EG1

-Thema: Unterwegs in 3D – Koordinatisierungen des Raumes

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- deuten Vektoren (in Koordinatendarstellung) als Verschiebungen und kennzeichnen Punkte im Raum durch Ortsvektoren
- stellen gerichtete Größen (z. B. Geschwindigkeit, Kraft) durch Vektoren dar
- berechnen Längen von Vektoren und Abstände zwischen Punkten mit Hilfe des Satzes von Pythagoras
- addieren Vektoren, multiplizieren Vektoren mit einem Skalar und untersuchen Vektoren auf Kollinearität
- weisen Eigenschaften von besonderen Dreiecken und Vierecken mithilfe von Vektoren nach

Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (*Lösen*)
- setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein (*Lösen*)

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

Modul EG2

-Thema: Vektoren bringen Bewegung in den Raum

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- deuten Vektoren (in Koordinatendarstellung) als Verschiebungen und kennzeichnen Punkte im Raum durch Ortsvektoren
- stellen gerichtete Größen (z. B. Geschwindigkeit, Kraft) durch Vektoren dar
- berechnen Längen von Vektoren und Abstände zwischen Punkten mit Hilfe des Satzes von Pythagoras
- addieren Vektoren, multiplizieren Vektoren mit einem Skalar und untersuchen Vektoren auf Kollinearität
- weisen Eigenschaften von besonderen Dreiecken und Vierecken mithilfe von Vektoren nach

Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (*Lösen*)

- setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein (*Lösen*)
- wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus (*Lösen*)

Stochastik (S)

Modul ES1

-Thema: Den Zufall im Griff – Modellierung von Zufallsprozessen

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- deuten Alltagssituationen als Zufallsexperimente
- simulieren Zufallsexperimente
- verwenden Urnenmodelle zur Beschreibung von Zufallsprozessen
- stellen Wahrscheinlichkeitsverteilungen auf und führen Erwartungswertbetrachtungen durch
- beschreiben mehrstufige Zufallsexperimente und ermitteln Wahrscheinlichkeiten mit Hilfe der Pfadregeln

Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- 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 Schülerinnen und Schüler

- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
- ... Generieren von Zufallszahlen
- ... Variieren der Parameter von Wahrscheinlichkeitsverteilungen
- ... Erstellen der Histogramme von Wahrscheinlichkeitsverteilungen
- ... Berechnen der Kennzahlen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Erwartungswert)

Modul ES2

-**Thema:** Testergebnisse richtig interpretieren – Umgang mit bedingten Wahrscheinlichkeiten

- **Inhaltsbezogene Kompetenzen:**

Die Schülerinnen und Schüler

- modellieren Sachverhalte mit Hilfe von Baumdiagrammen und Vier-oder Mehrfeldertafeln
- bestimmen bedingte Wahrscheinlichkeiten
- prüfen Teilvorgänge mehrstufiger Zufallsexperimente auf stochastische Unabhängigkeit
- bearbeiten Problemstellungen im Kontext bedingter Wahrscheinlichkeiten.

Prozessbezogene Kompetenzen (Schwerpunkte):

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus zunehmend komplexen mathemathikhaltigen Texten [...] (*Rezipieren*)
- wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (*Produzieren*)

-> für den Grundkurs der Qualifizierungsphase

Funktionen und Analysis (A)

Modul GA1

-Thema: Optimierungsprobleme

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- führen Extremalprobleme durch Kombination mit Nebenbedingungen auf Funktionen einer Variablen zurück und lösen diese
- verwenden notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien [...] zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- 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*)

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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, Verallgemeinern ...) (*Lösen*)
- setzen ausgewählte Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein (*Lösen*)
- berücksichtigen einschränkende Bedingungen (*Lösen*)
- führen einen Lösungsplan zielgerichtet aus (*Lösen*)
- vergleichen verschiedene Lösungswege bezüglich Unterschieden und Gemeinsamkeiten (*Reflektieren*)

Modul GA2

-Thema: Funktionen beschreiben Formen - Modellieren von Sachsituationen mit ganzrationalen Funktionen

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- bestimmen Parameter einer Funktion mithilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben („Steckbriefaufgaben“)
- beschreiben das Krümmungsverhalten des Graphen einer Funktion mit Hilfe der 2. Ableitung
- verwenden notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien sowie weitere hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten
- 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

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- 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*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
 - ... Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen
 - ... zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen

nutzen mathematische Hilfsmittel und digitale Werkzeuge zum Erkunden [...], Berechnen und Darstellen

Modul GA3

-Thema: Von der Änderungsrate zum Bestand

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- 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

Prozessbezogene Kompetenzen:

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus [...] mathematischhaltigen Texten und Darstellungen, aus mathematischen Fachtexten sowie aus Unterrichtsbeiträgen (*Rezipieren*)
- formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege (*Produzieren*)
- wählen begründet eine geeignete Darstellungsform aus (*Produzieren*)
- wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (*Produzieren*)
- dokumentieren Arbeitsschritte nachvollziehbar (*Produzieren*)
- erstellen Ausarbeitungen und präsentieren sie (*Produzieren*)

Modul GA4

-Thema: Von der Randfunktion zur Integralfunktion

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern und vollziehen an geeigneten Beispielen den Übergang von der Produktsumme zum Integral auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs
- erläutern geometrisch-anschaulich den Zusammenhang zwischen Änderungsrate und Integralfunktion (Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung)
- nutzen die Intervalladditivität und Linearität von Integralen
- bestimmen Stammfunktionen ganzzahliger Funktionen
- bestimmen Integrale mithilfe von gegebenen Stammfunktionen und numerisch, auch unter Verwendung digitaler Werkzeuge

- ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate
- bestimmen Flächeninhalte mit Hilfe von bestimmten Integralen

Prozessbezogene Kompetenzen:

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Vermutungen auf (*Vermuten*)
- unterstützen Vermutungen beispielgebunden (*Vermuten*)
- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (*Begründen*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen [...] digitale Werkzeuge zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen
- Verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
 - ... Messen von Flächeninhalten zwischen Funktionsgraph und Abszisse
 - ... Ermitteln des Wertes eines bestimmten Integrals

Modul GA5

-Thema: Natürlich: Exponentialfunktionen

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben die Eigenschaften von Exponentialfunktionen und die besondere Eigenschaft der natürlichen Exponentialfunktion
- untersuchen Wachstums- und Zerfallsvorgänge mithilfe funktionaler Ansätze
- interpretieren Parameter von Funktionen im Anwendungszusammenhang
- bilden die Ableitungen weiterer Funktionen:
 - natürliche Exponentialfunktion

Prozessbezogene Kompetenzen:

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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 Schülerinnen und Schüler

- 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 [...] digitale Werkzeuge zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen

Modul GA6

-Thema: Modellieren (nicht nur) mit Exponentialfunktionen

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- untersuchen Wachstums- und Zerfallsvorgänge mithilfe funktionaler Ansätze
- interpretieren Parameter von Funktionen im Kontext
- bilden die Ableitungen weiterer Funktionen:
 - Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten
- bilden in einfachen Fällen zusammengesetzte Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung)
- 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 Schülerinnen und Schüler

- 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*)
- 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*)

Analytische Geometrie und lineare Geometrie (G)

Modul GG1

-Thema: Beschreibung von Bewegungen

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Geraden und Strecken in Parameterform dar
- interpretieren den Parameter von Geradengleichungen im Sachkontext

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- 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*)
- beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (*Validieren*)
- verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung (*Validieren*)

Modul GG2

-Thema: *Lineare Algebra als Schlüssel zur Lösung von geometrischen Problemen*

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- 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 Schülerinnen und Schüler

- 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*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
... Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen

Modul GG3

-Thema: Eine Sache der Logik und der Begriffe: Untersuchung von Lagebeziehungen

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- untersuchen Lagebeziehungen zwischen zwei Geraden [...]

Prozessbezogene Kompetenzen:

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (Ober- / Unterbegriff) (*Begründen*)
- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige / hinreichende Bedingung, Folgerungen / Äquivalenz, Und- / Oder-Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen) (*Begründen*)
- überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (*Beurteilen*)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern mathematische Begriffe in theoretischen und in Sachzusammenhängen (*Rezipieren*)
- verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang (*Produzieren*)
- wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (*Produzieren*)
- erstellen Ausarbeitungen und präsentieren sie (*Produzieren*)
- vergleichen und beurteilen ausgearbeitete Lösungen hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität (*Diskutieren*)

Modul GG4

-Thema: Räume vermessen – mit dem Skalarprodukt Polygone und Polyeder untersuchen

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- deuten das Skalarprodukt geometrisch und berechnen es
- untersuchen mit Hilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung)

Prozessbezogene Kompetenzen:

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- erkennen und formulieren einfache und komplexe mathematische Probleme (*Erkunden*)
- analysieren und strukturieren die Problemsituation (*Erkunden*)
- entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (*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*)
- wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus (*Lösen*)
- beurteilen und optimieren Lösungswege mit Blick auf Richtigkeit und Effizienz (*Reflektieren*)

Stochastik (S)

Modul GS1

-Thema: Von stochastischen Modellen, Zufallsgrößen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen und ihren Kenngrößen

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- untersuchen Lage- und Streumaße von Stichproben
- erläutern den Begriff der Zufallsgröße an geeigneten Beispielen
- bestimmen den Erwartungswert μ und die Standardabweichung σ von Zufallsgrößen und treffen damit prognostische Aussagen

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)

Modul GS2

-Thema: Treffer oder nicht? – Bernoulli-Experimente und Binomialverteilungen

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden Bernoulliketten zur Beschreibung entsprechender Zufallsexperimente
- erklären die Binomialverteilung im Kontext und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten
- beschreiben den Einfluss der Parameter n und p auf Binomialverteilungen und ihre graphische Darstellung
- bestimmen den Erwartungswert μ und die Standardabweichung σ von Zufallsgrößen [...]

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

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

Modul GS3

-Thema: *Modellieren mit Binomialverteilungen*

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen Binomialverteilungen und ihre Kenngrößen zur Lösung von Problemstellungen
- schließen anhand einer vorgegebenen Entscheidungsregel aus einem Stichprobenergebnis auf die Grundgesamtheit

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- 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 [...] Modelle für die Fragestellung (*Validieren*)
- reflektieren die Abhängigkeit einer Lösung von den getroffenen Annahmen (*Validieren*)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (*Begründen*)
- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)

verknüpfen Argumente zu Argumentationsketten (*Begründen*)

Modul GS4

-Thema: *Von Übergängen und Prozessen*

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben stochastische Prozesse mithilfe von Zustandsvektoren und stochastischen Übergangsmatrizen
- verwenden die Matrizenmultiplikation zur Untersuchung stochastischer Prozesse (Vorhersage nachfolgender Zustände, numerisches Bestimmen sich stabilisierender Zustände)

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (Strukturieren)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (Mathematisieren)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (Mathematisieren)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (Validieren)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

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

-> für den Leistungskurs der Qualifizierungsphase

Funktionen und Analysis (A)

Modul LA1

-Thema: Optimierungsprobleme

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- führen Extremalprobleme durch Kombination mit Nebenbedingungen auf Funktionen einer Variablen zurück und lösen diese
- verwenden notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien [...] zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten
- bilden die Ableitungen weiterer Funktionen
 - Potenzfunktionen mit rationalen Exponenten
- führen Eigenschaften von zusammengesetzten Funktionen (Summe, Produkt, Verkettung) argumentativ auf deren Bestandteile zurück
- wenden die Produkt- und Kettenregel zum Ableiten von Funktionen an

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- 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 Schülerinnen und Schüler

- 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*)
- vergleichen verschiedene Lösungswege bezüglich Unterschieden und Gemeinsamkeiten (*Reflektieren*)

Modul LA2

-**Thema:** Funktionen beschreiben Formen - Modellieren von Sachsituationen mit Funktionen

- **Inhaltsbezogene Kompetenzen:**

Die Schülerinnen und Schüler

- interpretieren Parameter von Funktionen im Kontext und untersuchen ihren Einfluss auf Eigenschaften von Funktionenscharen
- bestimmen Parameter einer Funktion mithilfe von Bedingungen, die sich aus dem Kontext ergeben („Steckbriefaufgaben“)
- beschreiben das Krümmungsverhalten des Graphen einer Funktion mit Hilfe der 2. Ableitung
- verwenden notwendige Kriterien und Vorzeichenwechselkriterien sowie weitere hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- und Wendepunkten
- 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

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- 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*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
... Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen
... zielgerichteten Variieren der Parameter von Funktionen
- nutzen mathematische Hilfsmittel und digitale Werkzeuge zum Erkunden
[...], Berechnen und Darstellen

Modul LA3

- **Thema:** Von der Änderungsrate zum Bestand

- **Inhaltsbezogene Kompetenzen:**

Die Schülerinnen und Schüler

- 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

Prozessbezogene Kompetenzen:

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus [...] mathematischen Texten und Darstellungen, aus mathematischen Fachtexten sowie aus Unterrichtsbeiträgen (*Rezipieren*)
- formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege (*Produzieren*)
- wählen begründet eine geeignete Darstellungsform aus (*Produzieren*)
- wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (*Produzieren*)
- dokumentieren Arbeitsschritte nachvollziehbar (*Produzieren*)
- erstellen Ausarbeitungen und präsentieren sie (*Produzieren*)

Modul LA4

-**Thema:** Von der Randfunktion zur Integralfunktion

- **Inhaltsbezogene Kompetenzen:**

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern und vollziehen an geeigneten Beispielen den Übergang von der Produktsumme zum Integral auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs
- erläutern den Zusammenhang zwischen Änderungsrate und Integralfunktion
- deuten die Ableitung mithilfe der Approximation durch lineare Funktionen
- nutzen die Intervalladditivität und Linearität von Integralen
- begründen den Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung unter Verwendung eines anschaulichen Stetigkeitsbegriffs
- bestimmen Stammfunktionen ganzrationaler Funktionen
- bestimmen Integrale numerisch [...]
- ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate oder der Randfunktion
- bestimmen Flächeninhalte und Volumina von Körpern, die durch die Rotation um die Abszisse entstehen, mit Hilfe von bestimmten und uneigentlichen Integralen

Prozessbezogene Kompetenzen:

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Vermutungen auf (*Vermuten*)
- unterstützen Vermutungen beispielgebunden (*Vermuten*)
präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (*Begründen*)
- verknüpfen Argumente zu Argumentationsketten (*Begründen*)
- erklären vorgegebene Argumentationen und mathematische Beweise (*Begründen*)
- überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (*Beurteilen*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen [...] digitale Werkzeuge zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen
- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum ...
... Messen von Flächeninhalten zwischen Funktionsgraph und Abszisse
... Ermitteln des Wertes eines bestimmten Integrals

Modul LA5

-Thema: Natürlich: Exponentialfunktionen und Logarithmus

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben die Eigenschaften von Exponentialfunktionen und begründen die besondere Eigenschaft der natürlichen Exponentialfunktion
- 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 Schülerinnen und Schüler

- 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 Schülerinnen und Schüler

- 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

Modul LA6

-Thema: Modellieren (nicht nur) mit Exponentialfunktionen

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden Exponentialfunktionen zur Beschreibung von Wachstums- und Zerfallsvorgängen und vergleichen die Qualität der Modellierung exemplarisch mit einem begrenzten Wachstum
- bestimmen Integrale [...] mithilfe von gegebenen oder Nachschlagewerken entnommenen Stammfunktionen
- ermitteln den Gesamtbestand oder Gesamteffekt einer Größe aus der Änderungsrate oder der Randfunktion

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- 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*)

Analytische Geometrie und Lineare Algebra (G)

Modul LG1

-Thema: Beschreibung von Bewegungen

-

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Geraden in Parameterform dar

- interpretieren den Parameter von Geradengleichungen im Sachkontext
- stellen geradlinig begrenzte Punktmengen in Parameterform dar

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- 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*)
- beurteilen die Angemessenheit aufgestellter (ggf. konkurrierender) Modelle für die Fragestellung (*Validieren*)
- verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung (*Validieren*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen Geodreiecke, geometrische Modelle und Dynamische-Geometrie-Software
- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
... grafischen Darstellen von Ortsvektoren, Vektorsummen und Geraden
... Darstellen von Objekten im Raum

Modul LG2

-Thema: Das Skalarprodukt und seine ersten Anwendungen

-

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- deuten das Skalarprodukt geometrisch und berechnen es
- untersuchen mit Hilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung)
- bestimmen Abstände zwischen Punkten und Geraden [...]

Prozessbezogene Kompetenzen:

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- erkennen und formulieren einfache und komplexe mathematische Probleme (*Erkunden*)
- analysieren und strukturieren die Problemsituation (*Erkunden*)
- entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (*Lösen*)
- vergleichen verschiedene Lösungswege bezüglich Unterschieden und Gemeinsamkeiten (*Reflektieren*)

Modul LG3

-Thema: Ebenen als Lösungsmengen von linearen Gleichungen und ihre Beschreibung durch Parameter

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen lineare Gleichungssysteme in Matrix-Vektor-Schreibweise dar
- stellen Ebenen in Koordinaten- und in Parameterform dar
- deuten das Skalarprodukt geometrisch und berechnen es
- stellen Ebenen in Normalenform dar und nutzen diese zur Orientierung im Raum
- bestimmen Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen

Prozessbezogene Kompetenzen:

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (Ober-/Unterbegriff) (*Begründen*)
- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (*Beurteilen*)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern mathematische Begriffe in theoretischen und in Sachzusammenhängen (*Rezipieren*)
- formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege (*Produzieren*)
- wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (*Produzieren*)

Modul LG4

-Thema: Lagebeziehungen und Abstandsprobleme bei geradlinig bewegten Objekten

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- interpretieren den Parameter von Geradengleichungen im Sachkontext
- untersuchen Lagebeziehungen zwischen Geraden [...]
- berechnen Schnittpunkte von Geraden sowie Durchstoßpunkte von Geraden mit Ebenen und deuten sie im Sachkontext
- bestimmen Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen

Prozessbezogene Kompetenzen:

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

- präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur (*Vermuten*)
- stellen Zusammenhänge zwischen Begriffen her (Ober-/Unterbegriff) (*Begründen*)
- nutzen mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen (*Begründen*)
- berücksichtigen vermehrt logische Strukturen (notwendige/hinreichende Bedingung, Folgerungen/Äquivalenz, Und-/Oder- Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen) (*Begründen*)
- überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können (*Beurteilen*)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern mathematische Begriffe in theoretischen und in Sachzusammenhängen (*Rezipieren*)
- verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang (*Produzieren*)
- wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen (*Produzieren*)
- erstellen Ausarbeitungen und präsentieren sie (*Produzieren*)
- vergleichen und beurteilen ausgearbeitete Lösungen hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität (*Diskutieren*)

Modul LG5

-Thema: Untersuchungen an Polyedern

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- 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
- interpretieren die Lösungsmenge von linearen Gleichungssystemen
- stellen geradlinig begrenzte Punktmengen in Parameterform dar
- untersuchen Lagebeziehungen [...] zwischen Geraden und Ebenen
- berechnen (Schnittpunkte von Geraden sowie) Durchstoßpunkte von Geraden mit Ebenen und deuten sie im Sachkontext
- untersuchen mit Hilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung)
- bestimmen Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen

Prozessbezogene Kompetenzen:

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- erkennen und formulieren einfache und komplexe mathematische Probleme (*Erkunden*)
- analysieren und strukturieren die Problemsituation (*Erkunden*)
- entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (*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*)
- wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren zur Problemlösung aus (*Lösen*)
- beurteilen und optimieren Lösungswege mit Blick auf Richtigkeit und Effizienz (*Reflektieren*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
... Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen
... Durchführen von Operationen mit Vektoren und Matrizen

Modul LG5

-Thema: Strategieentwicklung bei geometrischen Problemsituationen und Beweisaufgaben

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Geraden in Parameterform dar
- stellen Ebenen in Koordinaten- und in Parameterform dar
- stellen geradlinig begrenzte Punktmengen in Parameterform dar
- untersuchen Lagebeziehungen zwischen Geraden und zwischen Geraden und Ebenen
- berechnen Schnittpunkte von Geraden sowie Durchstoßpunkte von Geraden mit Ebenen und deuten sie im Sachkontext
- untersuchen mit Hilfe des Skalarprodukts geometrische Objekte und Situationen im Raum (Orthogonalität, Winkel- und Längenberechnung)
- stellen Ebenen in Normalenform dar und nutzen diese zur Orientierung im Raum
- bestimmen Abstände zwischen Punkten, Geraden und Ebenen

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- 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 Schülerinnen und Schüler

- 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*)

Stochastik (S)

Modul LS1

- **Thema:** Von stochastischen Modellen, Zufallsgrößen, Wahrscheinlichkeitsverteilungen und ihren Kenngrößen

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- untersuchen Lage- und Streumaße von Stichproben
- erläutern den Begriff der Zufallsgröße an geeigneten Beispielen
- bestimmen den Erwartungswert μ und die Standardabweichung σ von Zufallsgrößen und treffen damit prognostische Aussagen

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)

Modul LS2

- **Thema:** Treffer oder nicht? – Bernoulli-Experimente und Binomialverteilungen

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden Bernoulliketten zur Beschreibung entsprechender Zufallsexperimente
- erklären die Binomialverteilung einschließlich der kombinatorischen Bedeutung der Binomialkoeffizienten und berechnen damit Wahrscheinlichkeiten
- nutzen Binomialverteilungen und ihre Kenngrößen zur Lösung von Problemstellungen

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- treffen Annahmen und nehmen begründet Vereinfachungen einer realen Situation vor (*Strukturieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen grafikfähige Taschenrechner und Tabellenkalkulationen [...] verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
 - ... Generieren von Zufallszahlen
 - ... Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei binomialverteilten Zufallsgrößen
 - ... Erstellen der Histogramme von Binomialverteilungen

Modul LS3

- Thema: Untersuchung charakteristischer Größen von Binomialverteilungen

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben den Einfluss der Parameter n und p auf Binomialverteilungen und ihre graphische Darstellung
- bestimmen den Erwartungswert μ und die Standardabweichung σ von (binomialverteilten) Zufallsgrößen und treffen damit prognostische Aussagen

- nutzen die σ -Regeln für prognostische Aussagen
- nutzen Binomialverteilungen und ihre Kenngrößen zur Lösung von Problemstellungen

Prozessbezogene Kompetenzen:

Problemlösen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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 Schülerinnen und Schüler

- 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

Modul LS4

- **Thema:** Untersuchung von Normalverteilungen

-

Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- unterscheiden diskrete und stetige Zufallsgrößen und deuten die Verteilungsfunktion als Integralfunktion
- 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)

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren [...] komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- übersetzen [...] 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 Schülerinnen und Schüler

- erkennen Muster und Beziehungen (*Erkunden*)
- entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege (*Lösen*)
- wählen Werkzeuge aus, die den Lösungsweg unterstützen (*Lösen*)

Werkzeuge nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

- verwenden verschiedene digitale Werkzeuge zum
 - ... Generieren von Zufallszahlen
 - ... Variieren der Parameter von Wahrscheinlichkeitsverteilungen
 - ... Erstellen der Histogramme von Binomialverteilungen
 - ... Berechnen von Wahrscheinlichkeiten bei normalverteilten Zufallsgrößen
- nutzen digitale Hilfsmittel und digitale Werkzeuge zum Erkunden und Recherchieren, Berechnen und Darstellen
- entscheiden situationsangemessen über den Einsatz mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge, wählen sie gezielt aus und nutzen sie zum Erkunden ..., Berechnen und Darstellen
reflektieren und begründen die Möglichkeiten und Grenzen mathematischer Hilfsmittel und digitaler Werkzeuge

Modul LS5

- **Thema:** *Testen von Hypothesen*

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- interpretieren Hypothesentests bezogen auf den Sachkontext und das Erkenntnisinteresse
- beschreiben und beurteilen Fehler 1. und 2. Art

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (*Strukturieren*)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (*Mathematisieren*)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (*Mathematisieren*)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (*Validieren*)

Kommunizieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus zunehmend komplexen mathemathikhaltigen Texten und Darstellungen, aus mathematischen Fachtexten sowie aus Unterrichtsbeiträgen (*Rezipieren*)
- formulieren eigene Überlegungen und beschreiben eigene Lösungswege (*Produzieren*)

führen Entscheidungen auf der Grundlage fachbezogener Diskussionen herbei (*Diskutieren*)

Modul LS6

- Thema: Von Übergängen und Prozessen

- Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben stochastische Prozesse mithilfe von Zustandsvektoren und stochastischen Übergangsmatrizen
- verwenden die Matrizenmultiplikation zur Untersuchung stochastischer Prozesse (Vorhersage nachfolgender Zustände, numerisches Bestimmen sich stabilisierender Zustände)

Prozessbezogene Kompetenzen:

Modellieren

Die Schülerinnen und Schüler

- erfassen und strukturieren zunehmend komplexe Sachsituationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung (Strukturieren)
- übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle (Mathematisieren)
- erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells (Mathematisieren)
- beziehen die erarbeitete Lösung wieder auf die Sachsituation (Validieren)

Argumentieren

Die Schülerinnen und Schüler

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

3.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

→ **Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung**

- **Erfolgreiches Lernen ist kumulativ.** Dies erfordert, dass Lernerfolgsüberprüfungen darauf ausgerichtet sein müssen, Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu geben, Kompetenzen, die sie in den vorangegangenen Jahren erworben haben, wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen unter Beweis zu stellen.

- Für Lehrerinnen und Lehrer sind die Ergebnisse der begleitenden Diagnose und Evaluation des Lernprozesses sowie des Kompetenzerwerbs Anlass, die Zielsetzungen und die Methoden ihres Unterrichts zu überprüfen und ggf. zu modifizieren.

- Für die Schülerinnen und Schüler sollen ein den Lernprozess begleitendes Feedback sowie Rückmeldungen zu den erreichten Lernständen eine Hilfe für die Selbsteinschätzung sowie eine Ermutigung für das weitere Lernen darstellen.

- Die Beurteilung von Leistungen soll demnach grundsätzlich mit der Diagnose des erreichten Lernstandes und Hinweisen zum individuellen Lernfortschritt verknüpft sein.

- Die Leistungsbewertung ist so anzulegen, dass sie den in den Fachkonferenzen gemäß Schulgesetz beschlossenen Grundsätzen entspricht, dass die Kriterien für die Notengebung den Schülerinnen und Schülern

transparent sind und die Korrekturen sowie die Kommentierungen den Lernenden auch Erkenntnisse über die individuelle Lernentwicklung ermöglichen. Dazu gehören – neben der Etablierung eines angemessenen Umgangs mit eigenen Stärken, Entwicklungsnotwendigkeiten und Fehlern – insbesondere auch Hinweise zu individuell erfolgversprechenden allgemeinen und fachmethodischen Lernstrategien.

- Im Sinne der Orientierung an den zuvor formulierten Anforderungen sind grundsätzlich alle der ausgewiesenen Kompetenzbereiche (Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation sowie Bewertung) bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Überprüfungsformen schriftlicher, mündlicher und ggf. praktischer Art sollen deshalb darauf ausgerichtet sein, die Erreichung der dort aufgeführten Kompetenzerwartungen zu überprüfen. Ein isoliertes, lediglich auf Reproduktion angelegtes Abfragen einzelner Daten und Sachverhalte alleinkann dabei den zuvor formulierten Ansprüchen an die Leistungsfeststellung nichtgerecht werden.

- Die rechtlich verbindlichen Grundsätze der Leistungsbewertung sind im Schulgesetz sowie in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die gymnasiale Oberstufe (APO-GOST) dargestellt. **Demgemäß sind bei der Leistungsbewertung von Schülerinnen und Schülern erbrachte Leistungen in den Beurteilungsbereichen „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“ sowie „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ entsprechend den in der APO-GOST angegebenen Gewichtungen gleichwertig zu berücksichtigen, falls die Schülerin bzw. der Schüler den Kurs schriftlich belegt.**

Dabei bezieht sich die Leistungsbewertung insgesamt auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Kompetenzen und nutzt unterschiedliche Formen der Lernerfolgsüberprüfung.

- Hinsichtlich der einzelnen Beurteilungsbereiche sind die folgenden Regelungen zu beachten:

→ **Beurteilungsbereich „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“**

- Die Schülerinnen und Schüler müssen mit den Überprüfungsformen, die im Rahmen von Klausuren eingesetzt werden, vertraut sein und rechtzeitig sowie hinreichend Gelegenheit zur Anwendung haben.

- Über ihre unmittelbare Funktion als Instrument der Leistungsbewertung hinaus **sollen Klausuren im Laufe der gymnasialen Oberstufe auch zunehmend auf die inhaltlichen und formalen Anforderungen des schriftlichen Teils der Abiturprüfungen vorbereiten.**

Dazu gehört u. a. auch die Schaffung angemessener Transparenz im Zusammenhang mit einer kriteriengeleiteten Bewertung. **Beispiele für Prüfungsaufgaben und Auswertungskriterien sowie**

Konstruktionsvorgaben und Operatorenübersichten können im Internet auf den Seiten des Schulministeriums abgerufen werden.

- Da in Klausuren neben der Verdeutlichung des fachlichen Verständnisses auch die Darstellung bedeutsam ist, muss diesem Sachverhalt bei der Leistungsbewertung hinreichend Rechnung getragen werden. Gehäufte Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit führen zu einer Absenkung der Note gemäß APO-GOST. Abzüge für Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit sollen nicht erfolgen, wenn diese bereits bei der Darstellungsleistung fachspezifisch berücksichtigt wurden.

- In der Qualifikationsphase 1.2 wird die erste Klausur evtl. durch eine Facharbeit ersetzt. Facharbeiten dienen dazu, die Schülerinnen und Schüler mit den Prinzipien und Formen selbstständigen, wissenschaftspropädeutischen Lernens vertraut zu machen. Die Facharbeit ist eine umfangreichere schriftliche Hausarbeit und selbstständig zu verfassen. Umfang und Schwierigkeitsgrad der Facharbeit sind so zu gestalten, dass sie ihrer Wertigkeit im Rahmen des Beurteilungsbereichs „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“ gerecht wird. Grundsätze der Leistungsbewertung von Facharbeiten regelt die Schule. Die Verpflichtung zur Anfertigung einer Facharbeit entfällt bei Belegung eines Projektkurses.

- Die Benotung orientiert sich an der folgenden Tabelle:

15 P.	14 P.	13 P	12 P.	11 P.	
(1+)	(1)	(1-)	(2+)	(2)	
95,1-100%	90,1-95%	85,1-90%	80,1-85%	75,1-80%	
10 P.	9 P.	8 P.	7 P.	6 P.	
(2-)	(3+)	(3)	(3-)	(4+)	
70,1-75%	65,1-70%	60,1-65%	55,1-60%	50,1-55%	
5 P.	4 P.	3 P.	2 P.	1 P.	0 P.
(4)	(4-)	(5+)	(5)	(5-)	(6)
45,1-50%	40,1-45%	33,31-40%	26,61-33,3%	20,1-26,6%	0-20%

Im Hinblick auf die Anforderungen im schriftlichen und mündlichen Teil der Abiturprüfungen ist grundsätzlich von einer Strukturierung in drei Anforderungsbereiche auszugehen, die die Transparenz bezüglich des Selbstständigkeitsgrades der erbrachten Prüfungsleistung erhöhen soll.

- **Anforderungsbereich I** (30%) umfasst das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang, die Verständnissicherung sowie das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.

- **Anforderungsbereich II** (50 %) umfasst das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.

- **Anforderungsbereich III** (20 %) umfasst das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Schülerinnen und Schüler selbstständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.

- Dauer und Anzahl der Klausuren:

Es soll immer ein hilfsmittelfreier Teil (ggf. mit Rückgriff auf ältere Inhalte) in der Leistungsüberprüfung enthalten sein. Zeitlich ist folgende maximale Länge vorzusehen:

Gültig für die Abiturjahrgänge 2021 bis 2023:

	Hilfsmittelfreier Teil	Klausurlänge
Einführungsphase (EF)	20 Minuten	90 Minuten
Qualifikationsphase – Gk: Q1.1	20 Minuten	90 Minuten
Gk: Q1.2	25 Minuten	135 Minuten
Gk: Q2.1	35 Minuten	180 Minuten
Gk: Q2.2	60 Minuten	225 Minuten
Lk: Q1.1	35 Minuten	135 Minuten
Lk: Q1.2	45 Minuten	180 Minuten
Lk: Q2.1	60 Minuten	225 Minuten
Lk: Q2.2	70 Minuten	270 Minuten

Es sollen gleiche Bedingungen in allen Kursen vorliegen.

Ab dem Abitur 2024 wird den Schülerinnen und Schülern eine Aufgabenauswahl gestellt und die Klausurzeit um 30 Minuten verlängert.

Einführungsphase:

je 2 Klausuren im ersten und zweiten Halbjahr

Qualifikationsphase 1:

GK: 2 Klausuren in jedem Halbjahr

LK: 2 Klausuren in jedem Halbjahr

Qualifikationsphase 2.1:

2 Klausuren

Qualifikationsphase 2.2:

1 Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird - für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer am schriftlichen Abitur Mathematik

→ Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“

- Im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ können - neben den nachfolgend aufgeführten Überprüfungsformen – vielfältige weitere zum Einsatz kommen, für die kein abschließender Katalog festgesetzt wird. Darüber hinaus können weitere Überprüfungsformen nach Entscheidung der Lehrkraft eingesetzt werden. Wichtig für die Nutzung der Überprüfungsformen im Rahmen der Leistungsbewertung ist es, dass sich die Schülerinnen und Schüler zuvor im Rahmen von Anwendungssituationen hinreichend mit diesen vertraut machen konnten.

- Aufgabentypen zur Leistungsüberprüfung und Unterrichtsgestaltung, Beispiele und Anregungen:

a) Aufgabe mit realitätsnahe Kontext:

72

- Ordnen, Strukturieren, Darstellen realer Zusammenhänge Modellierungen, Simulationen, Variation der Ausgangsbedingungen oder von Parametern
- Auswählen, Aufstellen und Begründen geeigneter mathematischer Modelle
- Möglichkeiten und Grenzen von Modellierungen, Vereinfachung von Annahmen, Vergleich funktionaler Ansätze

b) Innermathematische Argumentationsaufgabe

- Begriffe, Lehrsätze und Algorithmen auswählen und anwenden, Beweise erläutern oder führen
- Verallgemeinern mathematischer Sachverhalte
- Zusammenhänge zwischen mathematischen Sätzen herstellen und erläutern
- Fehler analysieren
- Vernetzen von elementargeometrischen Sätzen und analytischen Zugängen

c) Hilfsmittelfrei zu bearbeitende Aufgabe

- Interpretationen, Argumentationen, Beurteilungen aus allen Inhaltsfeldern
- Argumentation anhand von vorgegebenen Graphen und Grafiken
- Bei Darstellungswechseln entsprechende Zuordnungen vornehmen
- Definition/unmittelbare Anwendung oder Veranschaulichung fundamentaler Begriffe, von Regeln, Algorithmen, Lösungsverfahren einfacher Gleichungen ohne oder mit geringem Rechenaufwand
- Einfache Rechnungen

d) Offene Aufgabe

- Kein offensichtlicher Lösungsweg
- Entwickeln und Darstellen von Lösungsstrategien

e) Geschlossene Aufgabe

- Erkennbarer oder vorgegebener Lösungsweg
- Umkehrung von gegebenen Lösungswegen
- Anwenden von Algorithmen
- Interpretation vorgegebener Ergebnisse

f) Explorative Aufgabe

- Anspruchsvolle und herausfordernde Lernsituationen mit geeigneten Hilfestellungen erforschen

- Regelmäßigkeiten und Zusammenhänge durch Simulationen, Variationen von Parametern und grafischen Darstellungen entdecken und begründen

g) Auswahlaufgabe

- Aufgaben mit mehreren vorgegebenen Lösungen, von denen mindestens eine richtig ist
- Auswahl begründen, Alternativen widerlegen

h) Vernetzende Aufgabe

- Inhaltsfeld übergreifende Aufgaben
- Optimierung von Abständen
- Analytische Untersuchungen stetiger Verteilungsfunktionen
- Stochastische Prozesse mit analytischen Ansätzen verknüpfen

i) Präsentationsaufgabe

- Präsentationen, Referate, adressatenbezogene Erläuterungen
- Exposee, Statement
- Kurzvortrag zu konkret umrissener Aufgabenstellung

j) Dokumentationsaufgabe

- Portfolio, Lerntagebücher
- Dokumentation von Recherchen
- Im Rahmen der Leistungsbewertung gelten auch für diese die oben ausgeführten allgemeinen Ansprüche der Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung.
- Im Verlauf der gymnasialen Oberstufe ist auch in diesem Beurteilungsbereich sicherzustellen, dass Formen, die im Rahmen der Abiturprüfungen – insbesondere in den mündlichen Prüfungen – von Bedeutung sind, frühzeitig vorbereitet und angewendet werden.

- Dem Bereich sonstige Mitarbeit sind verschiedene Bewertungsmerkmale zuzuordnen:

a) Anforderungsbereich I (30 %)

- regelmäßige Erledigung von Hausaufgaben,
- Vortrag der Hausaufgaben,
- Vortrag des Ergebnisses einer Gruppenarbeit
- Beherrschung des eingeübten Kalküls
- Mitarbeit in GA-Phasen

- Bereitschaft, sich mit den gestellten Aufgaben auseinanderzusetzen

b) Anforderungsbereich II (50 %)

- bekannte Verfahren auf vergleichbare Probleme anwenden
- Übertragen bekannter Verfahren auf neue Situationen
- Bekannte Verfahren themenübergreifend anwenden
- Referate zu Themen, die an den Unterrichtsstoff anschliessen
- Selbstständiges einbringen in GA Phasen
- Erledigung der Hausaufgaben (Typabhängig)
- Zielgerichtetes, richtiges Einsetzen des GTR
- Bewertung von Ergebnissen und Schülerbeiträgen
- Mathematisches Modellieren von Sachaufgaben
- Übertragung der Ergebnisse in den Sachzusammenhang

c) Anforderungsbereich III (20 %)

- bekannte Verfahren zusammentragen und neu kombiniert bei neuen Problemen zur Lösung einsetzen
- Zielgerichtetes vorantreiben von Gruppenarbeit
- Referate zu Themen, die deutlich über den Unterricht hinausgehen

→ **Abiturprüfung**

- Die allgemeinen Regelungen zur schriftlichen und mündlichen Abiturprüfung, mit denen zugleich die Vereinbarungen der Kultusministerkonferenz umgesetzt werden, basieren auf dem Schulgesetz sowie dem entsprechenden Teil der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die gymnasiale Oberstufe.
- Fachlich beziehen sich alle Teile der Abiturprüfung auf die im Kernlehrplan für das Ende der Qualifikationsphase festgelegten Kompetenzerwartungen.
- Bei der Lösung schriftlicher wie mündlicher Abituraufgaben sind generell Kompetenzen nachzuweisen, die im Unterricht der gesamten Qualifikationsphase erworben wurden und deren Erwerb in vielfältigen Zusammenhängen angelegt wurde.

- Die jährlichen „Vorgaben zu den unterrichtlichen Voraussetzungen für die schriftlichen Prüfungen im Abitur in der gymnasialen Oberstufe“ (Abiturvorgaben), die auf den Internetseiten des Schulministeriums abrufbar sind, konkretisieren den Kernlehrplan, soweit dies für die Schaffung landesweit einheitlicher Bezüge für die zentral gestellten Abiturklausuren erforderlich ist. Die Verpflichtung zur Umsetzung des gesamten Kernlehrplans bleibt hiervon unberührt.

- Im Hinblick auf die Anforderungen im schriftlichen und mündlichen Teil der Abiturprüfungen ist grundsätzlich von einer Strukturierung in drei Anforderungsbereiche auszugehen, die die Transparenz bezüglich des Selbstständigkeitsgrades der erbrachten Prüfungsleistung erhöhen soll.

- Anforderungsbereich I
- Anforderungsbereich II
- Anforderungsbereich III

- Für alle Fächer gilt, dass die Aufgabenstellungen in schriftlichen und mündlichen Abiturprüfungen alle Anforderungsbereiche berücksichtigen müssen, der Anforderungsbereich II aber den Schwerpunkt bildet.

- Fachspezifisch ist die Ausgestaltung der Anforderungsbereiche an den Kompetenzerwartungen des jeweiligen Kurstyps zu orientieren.

- Für die Aufgabenstellungen werden die für Abiturprüfungen geltenden Operatoren des Faches verwendet, die in einem für die Prüflinge nachvollziehbaren Zusammenhang mit den Anforderungsbereichen stehen.

- Die Bewertung der Prüfungsleistung erfolgt jeweils auf einer zuvor festgelegten Grundlage, die im schriftlichen Abitur aus dem zentral vorgegebenen kriteriellen Bewertungsraster, im mündlichen Abitur aus dem im Fachprüfungsausschuss abgestimmten Erwartungshorizont besteht.

- Übergreifende Bewertungskriterien für die erbrachten Leistungen sind die Komplexität der Gegenstände, die sachliche Richtigkeit und die Schlüssigkeit der Aussagen, die Vielfalt der Gesichtspunkte und ihre jeweilige Bedeutsamkeit, die Differenziertheit des Verstehens und Darstellens, das Herstellen geeigneter Zusammenhänge, die Eigenständigkeit der Auseinandersetzung mit Sachverhalten und Problemstellungen, die argumentative Begründung eigener Urteile, Stellungnahmen und Wertungen, die Selbstständigkeit und Klarheit in Aufbau und Sprache, die Sicherheit im Umgang mit Fachsprache und -methoden sowie die Erfüllung standardsprachlicher Normen.

Hinsichtlich der einzelnen Prüfungsteile sind die folgenden Regelungen zu beachten.

→ **Schriftliche Abiturprüfung**

- Die Aufgaben für die schriftliche Abiturprüfung werden landesweit zentral gestellt. Alle Aufgaben entsprechen den öffentlich zugänglichen Konstruktionsvorgaben und nutzen die fachspezifischen Operatoren. Beispiele für

Abiturklausuren sind für die Schulen auf den Internetseiten des Schulministeriums abrufbar.

Für die schriftliche Abiturprüfung enthalten die aufgabenbezogenen Unterlagen für die Lehrkraft jeweils Hinweise zu Aufgabenart und zugelassenen Hilfsmitteln, die Aufgabenstellung, die Materialgrundlage, die Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Abiturvorgaben, die Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen sowie den Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit. Die Anforderungen an die zu erbringenden Klausurleistungen werden durch das zentral gestellte kriterielle Bewertungsraster definiert.

- Im Fach Mathematik gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen: Die schriftliche Abiturprüfung besteht aus mehreren unabhängig voneinander bearbeitbaren Aufgaben. Jede Aufgabe kann in Teilaufgaben gegliedert sein, die jedoch nicht beziehungslos nebeneinander stehen sollen. Eine Ausnahme hiervon bilden hilfsmittelfreie Aufgaben. Die Teilaufgaben einer Aufgabe sollen so unabhängig voneinander sein, dass eine Fehlleistung – insbesondere am Anfang – nicht die weitere Bearbeitung der Aufgabe stark erschwert. Falls erforderlich, können Zwischenergebnisse in der Aufgabenstellung enthalten sein. Auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen innermathematischen und realitätsnahen Aufgabenstellungen ist zu achten. Die Prüfungsaufgaben insgesamt können alle drei Inhaltsfelder berücksichtigen.

- Für die schriftliche Abiturprüfung enthalten die aufgabenbezogenen Unterlagen Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit. Die Anforderungen an die zu erbringenden Klausurleistungen werden durch das zentral gestellte kriterielle Bewertungsraster definiert.

- Die Bewertung erfolgt über Randkorrekturen sowie das ausgefüllte Bewertungsraster, mit dem die Gesamtleistung dokumentiert wird. Für die Berücksichtigung gehäufter Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit gelten die Regelungen der Klausuren in den Kursen der Oberstufe auch für die schriftliche Abiturprüfung.

- Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen.

→ **Mündliche Abiturprüfung**

Die Aufgaben für die mündliche Abiturprüfung werden dezentral durch die Fachprüferin bzw. den Fachprüfer – im Einvernehmen mit dem jeweiligen Fachprüfungsausschuss – gestellt. Dabei handelt es sich um jeweils neue, begrenzte Aufgaben, die dem Prüfling einschließlich der ggf. notwendigen Texte und Materialien für den ersten Teil der mündlichen Abiturprüfung in schriftlicher Form vorgelegt werden. Die Aufgaben für die mündliche Abiturprüfung insgesamt sind so zu stellen, dass sie hinreichend breit angelegt sind und sich nicht ausschließlich auf den Unterricht eines Kurshalbjahres beschränken, umfangreiche Rechnungen sind zu vermeiden. Die Berücksichtigung aller Anforderungsbereiche soll eine Beurteilung ermöglichen,

die das gesamte Notenspektrum umfasst. Auswahlmöglichkeiten für die Schülerin bzw. den Schüler bestehen nicht. Der Erwartungshorizont ist zuvor mit dem Fachprüfungsausschuss abzustimmen.

Der Prüfling soll in der Prüfung, die in der Regel mindestens 20, höchstens 30 Minuten dauert, in einem ersten Teil selbstständig die vorbereiteten Ergebnisse zur gestellten Aufgabe in zusammenhängendem Vortrag präsentieren. In einem zweiten Teil sollen vor allem größere fachliche und fachübergreifende Zusammenhänge in einem Prüfungsgespräch angesprochen werden. Es ist nicht zulässig, zusammenhanglose Einzelfragen aneinanderzureihen. Bei der Bewertung mündlicher Prüfungen liegen der im Fachprüfungsausschuss abgestimmte Erwartungshorizont sowie die eingangs dargestellten übergreifenden Kriterien zugrunde. Die Prüferin oder der Prüfer schlägt dem Fachprüfungsausschuss eine Note, ggf. mit Tendenz, vor. Die Mitglieder des Fachprüfungsausschusses stimmen über diesen Vorschlag ab. Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen. Die Prüfungsaufgabe bezieht sich auf mindestens zwei der im Kernlehrplan genannten Inhaltsfelder „Funktionen und Analysis“, „Analytische Geometrie und Lineare Algebra“ und „Stochastik“. Absprachen mit dem Prüfling über die Inhaltsfelder sind nicht zulässig. Für den ersten Prüfungsteil empfiehlt es sich, dass der Prüfling für seine Ergebnisse bzw. zentrale Aspekte seines Vortrages während der Vorbereitungszeit eine Vortragsstütze erstellt. Eingeführte Hilfsmittel sind grundsätzlich zugelassen.

→ **Besondere Lernleistung**

Schülerinnen und Schüler können in die Gesamtqualifikation eine besondere Lernleistung einbringen, die im Rahmen oder Umfang eines mindestens zwei Halbjahre umfassenden Kurses erbracht wird. Als besondere Lernleistung können ein umfassender Beitrag aus einem von den Ländern geförderten Wettbewerb, die Ergebnisse eines Projektkurses oder ein umfassendes fachliches oder fachübergreifendes Projekt gelten. Die Absicht, eine besondere Lernleistung zu erbringen, muss spätestens zu Beginn des zweiten Jahres der Qualifikationsphase bei der Schule angezeigt werden. Die Schulleiterin oder der Schulleiter entscheidet in Abstimmung mit der Lehrkraft, die als Korrektor vorgesehen ist, ob die vorgesehene Arbeit als besondere Lernleistung zugelassen werden kann. Die Arbeit ist spätestens bis zur Zulassung zur Abiturprüfung abzugeben, nach den Maßstäben und dem Verfahren für die Abiturprüfung zu korrigieren und zu bewerten. Ein Rücktritt von der besonderen Lernleistung muss bis zur Entscheidung über die Zulassung zur Abiturprüfung erfolgt sein. In einem Kolloquium von in der Regel 30 Minuten, das im Zusammenhang mit der Abiturprüfung nach Festlegung durch die Schulleitung stattfindet, stellt der Prüfling vor einem

Fachprüfungsausschuss die Ergebnisse der besonderen Lernleistung dar, erläutert sie und antwortet auf Fragen. Die Endnote wird aufgrund der insgesamt in der besonderen Lernleistung und im Kolloquium erbrachten Leistungen gebildet; eine Gewichtung der Teilleistungen findet nicht statt. Bei Arbeiten, an denen mehrere Schülerinnen und Schüler beteiligt werden, muss die individuelle Schülerleistung erkennbar und bewertbar sein.

3.4 Eingeführte Medien für Schülerinnen und Schüler

Für den Mathematikunterricht in der Einführungsphase sind bzw. werden für die Schülerinnen und Schüler folgende Medien eingeführt:

- der grafikfähige Taschenrechner Casio fx-CG50 (GTR),
- die Formelsammlung „Das große Tafelwerk interaktiv 2.0, Cornelsen (erhalten im 9. Schuljahr, bei Seiteneinstieg in der Einführungsphase)
- das Schulbuch BIGALKE, A./Köhler, N.: Mathematik Nordrhein-Westfalen Einführungsphase, Cornelsen Verlag, Ausgabe 2014

Für den Mathematikunterricht in der Qualifizierungsphase sind folgende Schulbücher eingeführt:

- das Schulbuch "BIGALKE, A./Köhler, N.: Mathematik Nordrhein-Westfalen Qualifizierungsphase Grundkurs, Cornelsen Verlag, Ausgabe 2015
- das Schulbuch "BIGALKE, A./Köhler, N.: Mathematik Nordrhein-Westfalen Qualifizierungsphase Leistungskurs, Cornelsen Verlag, Ausgabe 2015

4 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

Die Fachkonferenz hält folgende Exkursionen für Schülerinnen und Schüler sinnvoll:

Besuch des Mathematikums in Gießen und

Besuch einer Mathematikveranstaltung einer Universität am Tag der offenen Tür

5 Qualitätssicherung und Evaluation

Evaluation des schulinternen Curriculums

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

Die Evaluation erfolgt ständig. Zu der ersten Fachkonferenzsitzung im neuen Schuljahr werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.

Fachgruppenarbeit

Die folgende **Checkliste** dient dazu, den Ist-Zustand bzw. auch Handlungsbedarf in der fachlichen Arbeit festzustellen und zu dokumentieren, Beschlüsse der Fachkonferenz zur Fachgruppenarbeit in übersichtlicher Form festzuhalten sowie die Durchführung der Beschlüsse zu kontrollieren und zu reflektieren. Die Liste wird regelmäßig überarbeitet und angepasst. Sie dient auch dazu, Handlungsschwerpunkte für die Fachgruppe zu identifizieren und abzusprechen.

Bedingungen und Planungen der Fachgruppenarbeit		Ist-Zustand Auffälligkeiten	Änderungen/ Konsequenzen/ Perspektivplanung	Wer (Verantwortlich)	Bis wann (Zeitraumen)
Funktionen					
Fachvorsitz					
Stellvertretung					
Sammlungsleitung					
Sonstige Funktionen <small>(im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifen- den Schwerpunkte)</small>					
Ressourcen					
personell	Fachlehrkräfte				
	fachfremd				
	Lerngruppen				
	Lerngruppengröße				
	...				
räumlich	Fachräume				
	Bibliothek				
	Computerraum				
	Raum für Fachteamarbeit				
	Sammlungsraum				
materiell/ sachlich	Lehrwerke				
	Fachzeitschriften				

zeitlich	Abstände Fachteamarbeit				
	Dauer Fachteamarbeit				
Unterrichtsvorhaben					
Leistungsbewertung/ Einzelinstrumente					
Klausuren					
Facharbeiten					
Kurswahlen					
Grundkurse					
Leistungskurse					
Projektkurse					
Leistungsbewertung/Grundsätze					
sonstige Mitarbeit					
Arbeitsschwerpunkt(e) SE					
fachintern					
- kurzfristig (Halbjahr)					

- mittelfristig (Schuljahr)				
- langfristig				
fachübergreifend				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
...				
Fortbildung				
Fachspezifischer Bedarf				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
Fachübergreifender Bedarf				
- kurzfristig				
- mittelfristig				
- langfristig				
...				