

Schulinternes Curriculum für das Fach Mathematik in der Sek. II  
(neunjähriger Bildungsgang G9)

**(Fassung vom 03.04.2024)**

Dieses schulinterne Curriculum basiert auf dem Kernlehrplan für die SII Gymnasium/Gesamtschule in NRW (tritt am 01.08.2024, beginnend mit der Einführungsphase, aufsteigend in Kraft.)

Angehängt sind die Kriterien zur Leistungsmessung.

Es liegt in der Natur eines solchen Schulcurriculums, dass es der kontinuierlichen Evaluation bedarf und demnach laufend fortzuschreiben ist.

Stand: Schuljahr 2024/2025

## **Inhalt**

<b>1</b>	<b>Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Entscheidungen zum Unterricht .....</b>	<b>5</b>
2.1	Abfolge verbindlicher Unterrichtsvorhaben .....	6
2.2	Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit.....	18
2.3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung .....	20
2.4	Lehr- und Lernmittel.....	23
<b>3</b>	<b>Prüfung und Weiterentwicklung des schulinternen Lehrplans .....</b>	<b>25</b>

# 1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Das ASGSG ist eines von zwei öffentlichen Gymnasien der Stadt Marl – hervorgegangen im Jahr 2010 aus der Fusion des ehemaligen Albert-Schweitzer-Gymnasiums und des ehemaligen Geschwister-Scholl-Gymnasiums. Aufgrund seiner zentralen Innenstadtlage und seiner Eigenschaft als Schule mit individuellem Ganztagsunterricht hat es eine heterogene Schülerschaft, was den sozialen und ethnischen Hintergrund betrifft. Bei der datengestützten Zuweisung basierend auf der amtlichen Statistik (im Rahmen der Lernstandserhebungen) wurde das ASGSG im Jahr 2012 dem Standorttyp 3 (von 5 Typen) zugeordnet.

In unserem Leitbild ist als wesentliches Ziel der Schule beschrieben, die Lernenden als Individuen mit jeweils besonderen Fähigkeiten, Stärken und Interessen in den Blick zu nehmen und zu einer mündigen Persönlichkeit zu entwickeln. Es ist ein wichtiges Anliegen, durch gezielte Unterstützung des Lernens die Potenziale jeder Schülerin und jedes Schülers in allen Bereichen optimal zu entwickeln. In einem längerfristigen Entwicklungsprozess arbeitet das Fach Mathematik daran, die Bedingungen für erfolgreiches und individuelles Lernen zu verbessern. Durch eine verstärkte Zusammenarbeit und Koordinierung der Fachbereiche werden Bezüge zwischen Inhalten der Fächer hergestellt, sodass ein wesentlicher Beitrag zur vertieften Allgemeinbildung geleistet werden kann. In der Jahrgangsstufe 5 existiert dazu mit dem „Bauernhofprojekt“ ein fachübergreifendes Projekt.

Das Fach Mathematik greift in allen Inhaltsbereichen aktuelle und für Schülerinnen und Schüler relevante Themen z.B. des Verbraucherschutzes, der Digitalisierung, der ökologischen Bildung auf. Durch das Lernen mit verschiedenen auch digitalen Medien in unterschiedlichen Sozialformen und unter Berücksichtigung individueller Lernwege werden altersgerecht Aufgeschlossenheit und Neugier geweckt und Schülerinnen und Schüler zu eigenständigem Handeln angeleitet. Die Mathematik steht durch ihre Universalität in enger Verbindung zu einer Vielzahl anderer Disziplinen der Geistes- und Naturwissenschaften.

Die Planung und Gestaltung des Unterrichts soll sich deshalb an der Heterogenität der Schülerschaft orientieren.

In der Oberstufe kooperiert das ASGSG mit dem zweiten Gymnasium der Stadt Marl, so dass bei Bedarf Kurse eingerichtet werden, die aus SuS beider Schulen bestehen. In diesem Fall findet der Unterricht am Schulstandort des eingesetzten Kollegen statt.

Der Unterricht am ASGSG findet in Doppelstunden statt. Grundkurse in der SII werden im 14-tägigen Wechsel zwei- bzw. vierstündig unterrichtet, Leistungskurse vier- bzw. sechsstündig.

Durch unterschiedliche fachliche Förderprogramme (Mathematiksprechstunde, Schüler helfen Schülern, Lernberatung) werden Schülerinnen und Schüler mit Schwierigkeiten intensiv unterstützt. In der Einführungsphase besteht in beiden Halbjahren die Möglichkeit, einen Vertiefungskurs in Mathematik zu belegen.

Schülerinnen und Schüler aller Klassen- und Jahrgangsstufen werden zur Teilnahme an den vielfältigen Wettbewerben im Fach Mathematik angehalten und, wo erforderlich, begleitet. Besonders erwähnenswert ist die Teilnahme an der Mathematikolympiade. Außerdem fördert das ASGSG die Teilnahme an Mathematik-Akademien (SAMMS, SMIMS), Lernferien und universitären Angeboten. Da das ASGSG zum Netzwerk der MINTec-Schulen gehört, können Schülerinnen und Schüler am Ende ihrer Schullaufbahn das MINTec-Zertifikat erwerben.

Jeder Lernende und jede Lehrkraft verfügt über ein Tablet, was mit Geogebra ausgestattet ist. Darüber hinaus ist jeder Klassenraum mit einem digitalen Board ausgestattet. Auf dem gesamten Schulgelände ist ein WLAN-Netz vorhanden.

Die Fachgruppe Mathematik besteht aktuell (03.2024) aus 17 Mitgliedern, darunter 3 Vertretungslehrkräften und einem Referendar. Von den Lehrkräften besitzen alle die Fakultas für die Sekundarstufe I und ein großer Teil zusätzlich die Fakultas für die Sekundarstufe II. Neben der Fachvorsitzenden und ihrer Stellvertreterin unterstützt die schulinterne Fachberaterin Mathematik die Arbeit der Fachgruppe und koordiniert insbesondere Förderkonzepte und die schulinterne Curriculum-Entwicklung.

Die Fachkonferenz tritt mindestens einmal pro Schuljahr zusammen, um notwendige Absprachen zu treffen. Zusätzlich treffen sich die Kolleginnen und Kollegen innerhalb jeder Jahrgangsstufe zu weiteren Absprachen regelmäßig. Dieses Vorhaben wird durch die Schulleitung unterstützt. Besondere Aufmerksamkeit unterliegt zurzeit der Umgang mit dem Medien-Kompetenzrahmen (MKR) um die Abstimmung mit den Inhalten des Faches Informatische Bildung und dem Mathematikunterricht zu optimieren.

Um die Lehrkräfte bei der Unterrichtsplanung zu unterstützen, werden eigene ausgearbeitete Unterrichtsreihen und Materialien, die zu früheren Unterrichtsprojekten angefertigt und gesammelt worden sind, sowie Materialien von Schulbuchverlagen an bekannter zentraler Stelle bereitgestellt, wenn möglich in digitaler Form. Diese werden im Rahmen der Unterrichtsentwicklung laufend ergänzt, überarbeitet und weiterentwickelt.

Im Zusammenhang mit der Berufsorientierung bestehen Kooperationen mit verschiedenen Betrieben aus dem schulischen Umfeld. Darüber hinaus arbeitet das ASGSG eng zusammen mit:

- Siemens Stiftung
- VDE
- zdi Netzwerk
- Junior-Ingenieur-Akademie

## 2 Entscheidungen zum Unterricht

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

In der nachfolgenden Übersicht über die Unterrichtsvorhaben wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die Übersicht dient dazu, für die einzelnen Jahrgangsstufen allen am Bildungsprozess Beteiligten einen schnellen Überblick über Themen bzw. Fragestellungen der Unterrichtsvorhaben unter Angabe besonderer Schwerpunkte in den Inhalten und in der Kompetenzentwicklung zu verschaffen. Dadurch soll verdeutlicht werden, welches Wissen und welche Fähigkeiten in den jeweiligen Unterrichtsvorhaben besonders gut zu erlernen sind und welche Aspekte deshalb im Unterricht hervorgehoben thematisiert werden sollten. Unter den Hinweisen des Übersichtsrasters werden u.a. Möglichkeiten im Hinblick auf inhaltliche Fokussierungen und interne Verknüpfungen ausgewiesen.

Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Der Schulinterne Lehrplan ist so gestaltet, dass er zusätzlichen Spielraum für Vertiefungen, besondere Interessen von Schülerinnen und Schülern, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Klassenfahrten o.Ä.) belässt. Abweichungen über die notwendigen Absprachen hinaus sind im Rahmen des pädagogischen Gestaltungsspielraumes der Lehrkräfte möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden

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

## 2.1 Abfolge verbindlicher Unterrichtsvorhaben

### Übersicht über die Unterrichtsvorhaben

Einführungsphase
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></b> <i>Beschreibung der Eigenschaften von Funktionen (E-A1)</i> (Zeitbedarf: ca. 12 Ustd.)</p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Funktionen und Analysis (A)</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Funktionen: Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten, ganzrationale Funktionen</li><li>• Eigenschaften von Funktionen: Verlauf des Graphen, Definitionsbereich, Wertebereich, Nullstellen, Symmetrie, Verhalten für <math>x \rightarrow \pm\infty</math></li></ul> <p><b>Kompetenzerwartungen:</b> Funktionen und Analysis (A)</p> <p>(1) bestimmen die Eigenschaften von Potenzfunktionen mit ganzzahligen Exponenten und von ganzrationalen Funktionen,</p> <p>(2) lösen Polynomgleichungen, die sich durch einfaches Ausklammern auf lineare oder quadratische Gleichungen zurückführen lassen, ohne Hilfsmittel.</p> <p><b>Prozessbezogene Kompetenzen:</b></p> <p>Ope-(1) wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an,</p> <p>Ope-(3) führen geeignete Rechenoperationen auf der Grundlage eines inhaltlichen Verständnisses durch,</p> <p>Ope-(5) führen Darstellungswechsel sicher aus,</p> <p>Ope-(6) führen verschiedene Lösungs- und Kontrollverfahren durch, vergleichen und bewerten diese,</p> <p>Ope-(7) nutzen schematisierte und strategiegeleitete Verfahren und wählen diese situationsgerecht aus,</p> <p>Ope-(11) nutzen Mathematikwerkzeuge zum Darstellen, Berechnen, Kontrollieren und Präsentieren sowie zum Erkunden,</p> <p>Ope-(12) verwenden im Unterricht Geogebra zum ...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Lösen von Gleichungen und Gleichungssystemen auch abhängig von Parametern,</li><li>- zielgerichteten Variieren von Parametern von Funktionen,</li><li>- Erstellen von Graphen und Wertetabellen von Funktionen,</li></ul> <p>Pro-(1) stellen Fragen zu zunehmend komplexen Problemsituationen,</p> <p>Pro-(4) erkennen Muster und Beziehungen und generieren daraus Vermutungen,</p> <p>Pro-(7) setzen Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein,</p> <p>Pro-(10) überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen und interpretieren diese vor dem Hintergrund der Fragestellung,</p> <p>Pro-(11) analysieren und reflektieren Ursachen von Fehlern,</p> <p>Pro-(12) vergleichen und beurteilen verschiedene Lösungswege und optimieren diese mit Blick auf Schlüssigkeit und Effizienz,</p> <p>Arg-(2) unterstützen Vermutungen durch geeignete Beispiele,</p> <p>Arg-(3) präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur,</p> <p>Arg-(13) überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können,</p> <p>Kom-(3) erläutern mathematische Begriffe in innermathematischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen,</p> <p>Kom-(5) formulieren eigene Überlegungen und beschreiben zunehmend komplexe eigene Lösungswege,</p> <p>Kom-(6) verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang,</p>

- Kom-(7) wählen begründet geeignete digitale und analoge Medien und mathematische Darstellungsformen (graphisch-visuell, algebraisch-formal, numerisch-tabellarisch, verbal-sprachlich) aus,  
Kom-(8) wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen,  
Kom-(10) konzipieren, erstellen und präsentieren analoge und digitale Lernprodukte,  
Kom-(11) greifen Beiträge auf und entwickeln sie weiter.

**mögliche Umsetzung:**

Die Potenzfunktionen mit ganzrationalen Exponenten werden mithilfe von Geogebra untersucht und systematisiert (Verlauf, Symmetrie, besondere Punkte, Definitions- und Wertebereich, Verhalten für  $x \rightarrow \pm\infty$ ). Dabei spielen Darstellungswechsel eine besondere Rolle. Unter Berücksichtigung von bekannten und neu eingeführten Fachbegriffen und logischen Strukturen werden Zusammenhänge erkundet und systematisiert. Die Herausforderungen der Bildungs- und Fachsprache lassen sich sprachsensibel weiterentwickeln.

Ausgehend von den Potenzfunktionen werden die ganzrationalen Funktionen definiert und mit Blick auf die Eigenschaften untersucht. Mithilfe des Graphen werden schon in diesem Unterrichtsvorhaben Monotonie und Extrempunkte fachsprachlich eingeführt und betrachtet. Im Rahmen der Nullstellenberechnung werden algebraische Rechentechniken der SI ohne Hilfsmittel wiederholt und erweitert. Verschiedene Wege zur Berechnung der Nullstellen werden verglichen und beurteilt, dabei auftretende Fehler werden analysiert. Auch die Vorteile einer Darstellung mithilfe von Linearfaktoren und die Bedeutung der Vielfachheit einer Nullstelle werden hier thematisiert.

Ein besonderes Augenmerk muss in diesem Unterrichtsvorhaben auf die Einführung und Wiederholung der elementaren Bedienkompetenzen des MMS gerichtet werden, wobei der Fokus auf der Darstellung von Graphen inklusive Einstellungen sowie auf der Erstellung von Wertetabellen liegt.

**Materialhinweis:**

Begleitende Kapitel im Buch

**Unterrichtsvorhaben II:** Transformationen von Funktionen und Einfluss von Parametern (E-A2)

(Zeitbedarf: ca. 12 Ustd.)

**Inhaltsfeld:** Funktionen und Analysis (A)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Eigenschaften von Funktionen: Verlauf des Graphen, Definitionsbereich, Wertebereich, Nullstellen, Symmetrie, Verhalten für  $x \rightarrow \pm\infty$
- Transformationen: Spiegelungen an den Koordinatenachsen, Verschiebungen, Streckungen

**Kompetenzerwartungen:** Funktionen und Analysis (A)

- (3) erkunden und systematisieren den Einfluss von Parametern im Funktionsterm auf die Eigenschaften der Funktion (quadratische Funktionen, Potenzfunktionen, Sinusfunktion),
- (4) wenden Transformationen bezüglich beider Achsen auf Funktionen (ganzrationale Funktionen, Sinusfunktion) an und deuten die zugehörigen Parameter.

**Prozessbezogene Kompetenzen:**

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

Ope-(12) verwenden im Unterricht Gogebra zum ...

- zielgerichteten Variieren von Parametern von Funktionen,
- erstellen von Graphen und Wertetabellen von Funktionen,

Mod-(1) erfassen und strukturieren zunehmend komplexe reale Situationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung,

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

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

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

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

Arg-(2) unterstützen Vermutungen durch geeignete Beispiele,

Arg-(3) präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur,

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

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

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

Kom-(8) wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen.

**mögliche Umsetzung:**

Der entdeckende Einstieg in das Thema Einfluss von Parametern und Transformationen mithilfe des MMS erfolgt mit einem anwendungsbezogenen Kontext (z.B. „Temperaturmittelwerte im Jahresverlauf“ oder „Sonnenscheindauer“), bei dem die aus der SI bekannte Sinusfunktion wiederholt und in Bezug auf Fachbegriffe (Amplitude, Periode) fundiert wird. Anknüpfend an eine Systematisierung der Transformationen (Verschiebung, Streckung, jeweils in Richtung beider Achsen), ausgehend von den quadratischen Funktionen (Scheitelpunktform), werden diese auf die Sinusfunktion und auf Potenzfunktionen übertragen. Dabei wird der Einfluss der Parameter auf die Eigenschaften dieser Funktionen erkundet. Bei Transformationen ganzrationaler Funktionen werden die Auswirkungen auf die im vorherigen Unterrichtsvorhaben betrachteten Eigenschaften sowie auf Monotonie und Extrempunkte untersucht. Für algebraische Operationen und grafische Darstellungen wird in diesem Unterrichtsvorhaben zunehmend das MMS verwendet.

**Materialhinweis:**

Begleitende Kapitel im Buch

### **Unterrichtsvorhaben III: Von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate (E-A3)**

(Zeitbedarf: ca. 18 Ustd.)

**Inhaltsfeld:** Funktionen und Analysis (A)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Grundverständnis des Ableitungsbegriffs: mittlere und lokale Änderungsrate, graphisches Ableiten, Sekante und Tangente
- Differentialrechnung: Ableitungsregeln (Potenz-, Summen- und Faktorregel), Monotonie, Extrempunkte, lokale und globale Extrema, Krümmungsverhalten, Wendepunkte

**Kompetenzerwartungen:** Funktionen und Analysis (A)

- (5) berechnen mittlere und lokale Änderungsraten und interpretieren sie im Sachkontext,
- (6) erläutern den Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und zurückgelegter Strecke anhand entsprechender Funktionsgraphen,
- (7) erläutern qualitativ auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffs an Beispielen den Übergang von der mittleren zur lokalen Änderungsrate und nutzen die Schreibweise  $\lim_{x \rightarrow \dots} f(x)$ ,
- (8) deuten die Ableitung an einer Stelle als lokale Änderungsrate sowie als Steigung der Tangente an den Graphen,
- (9) bestimmen Sekanten-, Tangenten- sowie Normalensteigungen und berechnen Steigungswinkel,
- (10) beschreiben und interpretieren Änderungsraten funktional (Ableitungsfunktion),
- (11) leiten Funktionen graphisch ab und entwickeln umgekehrt zum Graphen der Ableitungsfunktion einen passenden Funktionsgraphen,
- (13) nutzen die Ableitungsregel für Potenzfunktionen mit natürlichem Exponenten.

**Prozessbezogene Kompetenzen:**

- Ope-(2) übersetzen symbolische und formale Sprache in natürliche Sprache und umgekehrt,  
Ope-(3) führen geeignete Rechenoperationen auf der Grundlage eines inhaltlichen Verständnisses durch,  
Ope-(4) verwenden Basiswissen, mathematische Regeln und Gesetze sowie Algorithmen bei der Arbeit mit mathematischen Objekten,  
Ope-(5) führen Darstellungswechsel sicher aus,  
Ope-(11) nutzen Mathematikwerkzeuge zum Darstellen, Berechnen, Kontrollieren und Präsentieren sowie zum Erkunden,  
Ope-(12) verwenden im Unterricht Geogebra zum Erstellen von Graphen und Wertetabellen von Funktionen,  
Mod-(5) erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten Lösungen innerhalb des mathematischen Modells,  
Mod-(6) beziehen erarbeitete Lösungen wieder auf die reale Situation und interpretieren diese als Antwort auf die Fragestellung,  
Pro-(2) analysieren und strukturieren die Problemsituation,  
Pro-(3) wählen zur Erfassung einer Situation heuristische Hilfsmittel aus (Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren),  
Pro-(4) erkennen Muster und Beziehungen und generieren daraus Vermutungen,  
Pro-(7) setzen Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein,  
Arg-(3) präzisieren Vermutungen mithilfe von Fachbegriffen und unter Berücksichtigung der logischen Struktur,  
Arg-(4) erläutern Zusammenhänge zwischen Fachbegriffen,  
Arg-(5) begründen Lösungswege und nutzen dabei mathematische Regeln und Sätze sowie sachlogische Argumente,  
Arg-(9) erklären vorgegebene Argumentationsketten und mathematische Beweise,  
Arg-(12) beurteilen Argumentationsketten hinsichtlich ihres Geltungsbereichs und ihrer Übertragbarkeit  
Arg-(13) überprüfen, inwiefern Ergebnisse, Begriffe und Regeln verallgemeinert werden können,  
Kom-(2) beschreiben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren,  
Kom-(3) erläutern mathematische Begriffe in innermathematischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen,

- Kom-(4) erfassen und erläutern mathematische Darstellungen, auch wenn diese nicht vertraut sind,  
Kom-(6) verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang,  
Kom-(8) wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen.

**mögliche Umsetzung:**

In verschiedenen Anwendungskontexten (z.B.: Bewegungen, Zu- und Abflüsse, Höhenprofil, ...) werden durchschnittliche Änderungsraten, durchschnittliche Steigungen und anknüpfend daran Sekanten betrachtet, berechnet und im Kontext interpretiert. Dabei werden quadratische Funktionen als Weg-Zeit-Funktion bei Fall- und Wurf- und anderen gleichförmig beschleunigten Bewegungen gedeutet. Neben zeitabhängigen Vorgängen soll auch eine (geometrische) Steigung im Sachzusammenhang als Kontext betrachtet werden.

Der Begriff der lokalen Änderungsrate wird in den eingeführten Sachzusammenhängen vorstellungsgebunden genutzt. Als Kontext für den Übergang von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate wird die vermeintliche Diskrepanz zwischen der Durchschnittsgeschwindigkeit bei einer längeren Fahrt und der durch ein Messgerät ermittelten Geschwindigkeit genutzt.

Geogebra wird zur numerischen und grafischen Darstellung des Grenzprozesses beim Übergang von der durchschnittlichen zur lokalen Änderungsrate bzw. der Sekante zur Tangente (Zoomen) eingesetzt. Hierbei wird die Limes-Schreibweise verwendet. Der Begriff der Tangente wird in Abgrenzung zu den Vorstellungen der SI problematisiert und analytisch definiert.

Im Zusammenhang mit dem graphischen Ableiten und dem Begründen der Eigenschaften eines Funktionsgraphen sollen die Schülerinnen und Schüler in besonderer Weise zum Vermuten, Begründen und Präzisieren ihrer Aussagen angehalten werden.

Anschließend wird die Frage aufgeworfen, ob mehr als numerische und qualitative Untersuchungen in der Differentialrechnung möglich sind. Für geeignete einfache Funktionen werden der Grenzübergang bei der „h-Methode“ unter Verwendung der Limeschreibweise exemplarisch durchgeführt und erste Ableitungsfunktionen berechnet.

Um die Ableitungsregel für höhere Potenzen zu vermuten, nutzen die Schülerinnen und Schüler Geogebra. Die Potenzregel für Ableitungen wird formuliert. Eine Beweisidee kann optional erarbeitet werden. Der Unterricht erweitert besonders Kompetenzen aus dem Bereich des Argumentierens.

Bei innermathematischen und anwendungsbezogenen Aufgaben vertiefen die Schülerinnen und Schüler abschließend ihre erworbenen Kompetenzen und berechnen Gleichungen von Sekanten, Tangenten und Normalen sowie Steigungswinkel.

**Materialhinweis:**

Begleitende Kapitel im Buch

**Unterrichtsvorhaben IV:** *Entwicklung und Anwendung von Kriterien und Verfahren zur Untersuchung von Funktionen (E-A4)*

(Zeitbedarf: ca. 18 Ustd.)

**Inhaltsfeld:** Funktionen und Analysis (A)

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Differentialrechnung: Ableitungsregeln (Potenz-, Summen- und Faktorregel), Monotonie, Extrempunkte, lokale und globale Extrema, Krümmungsverhalten, Wendepunkte

**Kompetenzerwartungen:** Funktionen und Analysis (A)

- (5) berechnen mittlere und lokale Änderungsraten und interpretieren sie im Sachkontext,
- (9) bestimmen Sekanten-, Tangenten- sowie Normalensteigungen und berechnen Steigungswinkel,
- (12) beschreiben das Monotonieverhalten einer Funktion mithilfe der Ableitung,
- (13) nutzen die Ableitungsregel für Potenzfunktionen mit natürlichem Exponenten,
- (14) wenden die Summen- und Faktorregel an und beweisen eine dieser Ableitungsregeln,
- (15) unterscheiden lokale und globale Extrema im Definitionsbereich,
- (16) verwenden das notwendige Kriterium und hinreichende Kriterien zur Bestimmung von Extrem- bzw. Wendepunkten,
- (17) beschreiben das Krümmungsverhalten des Graphen einer Funktion mithilfe der 2. Ableitung,
- (18) nutzen an den unterschiedlichen Darstellungsformen einer Funktion ablesbare Eigenschaften als Argumente, um Lösungswege effizient zu gestalten,
- (19) lösen innermathematische und anwendungsbezogene Problemstellungen mithilfe von ganzrationalen Funktionen.

**Prozessbezogene Kompetenzen:**

- Ope-(1) wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an,
- Ope-(2) übersetzen symbolische und formale Sprache in natürliche Sprache und umgekehrt,
- Ope-(4) verwenden Basiswissen, mathematische Regeln und Gesetze sowie Algorithmen bei der Arbeit mit mathematischen Objekten,
- Ope-(5) führen Darstellungswechsel sicher aus,
- Ope-(7) nutzen schematisierte und strategiegeleitete Verfahren und wählen diese situationsgerecht aus,
- Ope-(9) verwenden grundlegende Eigenschaften mathematischer Objekte zur Bearbeitung von Problemstellungen,
- Ope-(10) recherchieren Informationen und Daten aus Medienangeboten (Printmedien, Internet und Formelsammlungen) und reflektieren diese kritisch,
- Ope-(11) nutzen Mathematikwerkzeuge zum Darstellen, Berechnen, Kontrollieren und Präsentieren sowie zum Erkunden,
- Ope-(12) verwenden im Unterricht Geogebra zum
- Erstellen von Graphen und Wertetabellen von Funktionen,
  - Ermitteln eines Funktionsterms der Ableitung einer Funktion auch abhängig von Parametern,
- Ope-(13) entscheiden situationsangemessen über den Einsatz mathematischer Hilfsmittel und digitaler Mathematikwerkzeuge und wählen diese begründet aus,
- Mod-(3) übersetzen zunehmend komplexe reale Situationen in mathematische Modelle,
- Mod-(4) ordnen einem mathematischen Modell passende reale Situationen zu,
- Mod-(5) erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten Lösungen innerhalb des mathematischen Modells,
- Mod-(6) beziehen erarbeitete Lösungen wieder auf die reale Situation und interpretieren diese als Antwort auf die Fragestellung,
- Mod (7) reflektieren die Anhängigkeit der Lösungen von den getroffenen Annahmen,
- Mod-(8) benennen Grenzen aufgestellter mathematischer Modelle und vergleichen Modelle bzgl. der Angemessenheit,
- Mod-(9) verbessern aufgestellte Modelle mit Blick auf die Fragestellung,
- Pro-(4) erkennen Muster und Beziehungen und generieren daraus Vermutungen,
- Pro-(5) nutzen heuristische Strategien und Prinzipien (Analogiebetrachtungen, Schätzen und Über-schlagen, systematisches Probieren oder Ausschließen, Darstellungswechsel, Zerlegen und Ergänzen, Symmetrien verwenden, Invarianten finden, Zurückführen auf Bekanntes, Zerlegen in

- Teilprobleme, Fallunterscheidungen, Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten, Spezialisieren und Verallgemeinern),
- Pro-(6) wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge, Verfahren sowie Medien und Werkzeuge zur Problemlösung aus,
- Pro-(8) berücksichtigen einschränkende Bedingungen,
- Pro-(9) entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege, planen Vorgehensweisen zur Lösung eines Problems und führen Lösungspläne zielgerichtet aus,
- Pro-(10) überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen und interpretieren diese vor dem Hintergrund der Fragestellung,
- Pro-(12) vergleichen und beurteilen verschiedene Lösungswege und optimieren diese mit Blick auf Schlüssigkeit und Effizienz,
- Pro-(13) benennen zugrundeliegende heuristische Strategien und Prinzipien und übertragen diese begründet auf andere Problemstellungen,
- Arg-(1) stellen Fragen, die für die Mathematik und stellen charakteristisch sind, begründete Vermutungen über die Existenz und Art von Zusammenhängen auf,
- Arg-(4) erläutern Zusammenhänge zwischen Fachbegriffen,
- Arg-(5) begründen Lösungswege und nutzen dabei mathematische Regeln und Sätze sowie sachlogische Argumente,
- Arg-(6) entwickeln tragfähige Argumentationsketten durch die Verknüpfung von einzelnen Argumenten,
- Arg-(8) verwenden in ihren Begründungen vermehrt logische Strukturen (notwendige und hinreichende Bedingung, Folgerung, Äquivalenz, Und- sowie Oder- Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen),
- Arg-(9) erklären vorgegebene Argumentationsketten und mathematische Beweise,
- Arg-(10) beurteilen, ob vorliegende Argumentationsketten vollständig und fehlerfrei sind,
- Arg-(11) ergänzen lückenhafte und korrigieren fehlerhafte Argumentationsketten,
- Arg-(12) beurteilen Argumentationsketten hinsichtlich ihres Geltungsbereichs und ihrer Übertragbarkeit,
- Kom-(5) formulieren eigene Überlegungen und beschreiben zunehmend komplexe eigene Lösungswege,
- Kom-(7) wählen begründet geeignete digitale und analoge Medien und mathematische Darstellungsformen (graphisch-visuell, algebraisch-formal, numerisch-tabellarisch, verbal-sprachlich) aus,
- Kom-(9) dokumentieren und präsentieren Arbeitsschritte, Lösungswege und Argumentationen vollständig und kohärent,
- Kom-(12) nehmen zu mathematikhaltigen, auch fehlerbehafteten, Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung,
- Kom-(13) vergleichen und beurteilen ausgearbeitete Lösungen unter mathematischen Gesichtspunkten hinsichtlich ihrer Verständlichkeit und fachsprachlichen Qualität.
- Kom-(14) vergleichen und beurteilen mathematikhaltige Informationen und Darstellungen in Alltagsmedien unter mathematischen Gesichtspunkten,
- Kom-(15) führen Diskussionsbeiträge zu einem Fazit zusammen.

### **mögliche Umsetzung:**

Durch gleichzeitiges Visualisieren einer Ausgangsfunktion 3. Grades und der Ableitungsfunktion ergibt sich die Notwendigkeit der Summen- und Faktorregel für Ableitungen, von denen mindestens eine bewiesen wird. Gleichzeitig entdecken die Lernenden die Zusammenhänge zwischen charakteristischen Punkten der Ausgangsfunktion und der Ableitung, woran im Folgenden angeknüpft wird.

Für ganzrationale Funktionen werden die Zusammenhänge zwischen den Extrempunkten der Ausgangsfunktion und ihrer Ableitung durch die Betrachtung von Monotonieintervallen und der vier möglichen Fälle bezogen auf das Vorzeichen an den Nullstellen der Ableitung untersucht. Die Schülerinnen und Schüler üben damit, vorstellungsbezogen mithilfe von notwendigen und hinreichenden Bedingungen zu argumentieren. Neben den Fällen, in denen das Vorzeichenwechselkriterium angewendet wird, werden die Lernenden auch mit Situationen konfrontiert, in denen sie mit den Eigenschaften des Graphen oder Terms (Globalverhalten, Symmetrie) argumentieren. Dieses führt auch zur Unterscheidung von lokalen und globalen Extremstellen.

Ausgehend von grafischen Darstellungen schließen sich Untersuchungen zum Krümmungsverhalten und damit die Betrachtung von Wendestellen an. Höhere Ableitungen werden auch im Rahmen von hinreichenden Bedingungen zur Bestimmung von Extrem- und Wendestellen genutzt. Beim Lösen von innermathematischen und anwendungsbezogenen Problemstellungen werden die erworbenen Kompetenzen vernetzt und vertieft.

***Materialhinweis:***

Begleitende Kapitel im Buch

## **Unterrichtsvorhaben V: *Unterwegs in 3D –***

### *Koordinatisierung des Raumes und Vektoroperationen (E-G1)*

(Zeitbedarf: ca. 12 Ust.)

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

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Koordinatisierungen des Raumes: Punkte, Ortsvektoren, Vektoren
- Vektoroperationen: Addition, Multiplikation mit einem Skalar
- Eigenschaften von Vektoren: Länge, Kollinearität

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

- (1) wählen geeignete kartesische Koordinatisierungen für die Bearbeitung eines geometrischen Sachverhalts in der Ebene und im Raum,
- (2) stellen geometrische Objekte in einem räumlichen kartesischen Koordinatensystem dar,
- (3) deuten Vektoren geometrisch als Verschiebungen und in bestimmten Sachkontexten als Geschwindigkeit,
- (4) berechnen Längen von Vektoren und Abstände zwischen Punkten mithilfe des Satzes des Pythagoras,
- (5) addieren Vektoren, multiplizieren Vektoren mit einem Skalar und untersuchen Vektoren auf Kollinearität,
- (6) weisen Eigenschaften geometrischer Figuren mithilfe von Vektoren nach.

#### **Prozessbezogene Kompetenzen:**

- Ope-(3) führen geeignete Rechenoperationen auf der Grundlage eines inhaltlichen Verständnisses durch,
- Ope-(4) verwenden Basiswissen, mathematische Regeln und Gesetze sowie Algorithmen bei der Arbeit mit mathematischen Objekten,
- Ope-(8) erstellen Skizzen geometrischer Situationen und wechseln zwischen Perspektiven,
- Ope-(11) nutzen Mathematikwerkzeuge zum Darstellen, Berechnen, Kontrollieren und Präsentieren sowie zum Erkunden,
- Ope-(12) verwenden im Unterricht Geogebra zum Darstellen von geometrischen Situationen im Raum,
- Mod-(1) erfassen und strukturieren zunehmend komplexe reale Situationen mit Blick auf eine konkrete Fragestellung,
- Mod-(2) treffen begründet Annahmen und nehmen Vereinfachungen realer Situationen vor,
- Pro-(2) analysieren und strukturieren die Problemsituation,
- Pro-(3) wählen zur Erfassung einer Situation heuristische Hilfsmittel aus (Skizze, informative Figur, Tabelle, experimentelle Verfahren),
- Arg-(5) begründen Lösungswege und nutzen dabei mathematische Regeln und Sätze sowie sachlogische Argumente,
- Kom-(4) erfassen und erläutern mathematische Darstellungen, auch wenn diese nicht vertraut sind,
- Kom-(6) verwenden die Fachsprache und fachspezifische Notation in angemessenem Umfang,
- Kom-(7) wählen begründet geeignete digitale und analoge Medien und mathematische Darstellungsformen (graphisch-visuell, algebraisch-formal, numerisch-tabellarisch, verbal-sprachlich) aus,
- Kom-(8) wechseln flexibel zwischen mathematischen Darstellungsformen.

#### **mögliche Umsetzung:**

Ausgangspunkt ist eine Vergewisserung (z. B. in Form einer Mindmap) hinsichtlich der den Schülerinnen und Schülern bereits bekannten Koordinatisierungen (kartesische Koordinaten, geographische Koordinaten, GPS, Robotersteuerung).

An geeigneten, nicht zu komplexen geometrischen Modellen (z.B. Quader) wiederholen die Schülerinnen und Schüler die aus der Sekundarstufe I bekannten Schrägbilder und nutzen Geogebra, um unterschiedliche Schrägbilder darzustellen und hinsichtlich ihrer Wirkung zu beurteilen.

Parallel zur Entwicklung einer angemessenen Raumvorstellung wird auch an der Entwicklung einer adäquaten Symbolsprache gearbeitet. Die Informationen dazu (Darstellung mit Ortsvektoren und Verschiebungsvektoren) kommen von der Lehrkraft und werden von den Schülerinnen und Schülern im Rahmen von Aufgaben angewendet. Die Darstellung in räumlichen Koordinatensystemen sollte hinreichend geübt werden.

Verkettungen von Verschiebungen führen grafisch und algebraisch zur Vektoraddition und Multiplikation mit einem Skalar.

Mithilfe von Vektoren werden Punkte und Strecken (z.B. Mittelpunkte, Schnittpunkte, Diagonalen, Streckenlängen) geometrischer Figuren in unterschiedlichen Darstellungsformen ermittelt und Eigenschaften geometrischer Figuren (Viereckstypen) und besonderer Punkte (z.B. Teilungsverhältnis) nachgewiesen. Dabei wird auch der Begriff Kollinearität eingeführt und verwendet. Die Länge einer Strecke wird mithilfe des Satzes des Pythagoras bestimmt.

**Materialhinweis:**

- Die Koordinatisierung des Raumes kann z.B. gewinnbringend im Kontext einer Spidercam-Steuerung entwickelt bzw. vertieft werden (vgl. Sinus-Transfer-Materialien zur Spidercam).
- Zur Veranschaulichung kann das Plexiglas-Modell genutzt werden.
- Begleitende Kapitel im Buch

**Vernetzung:**

Physik: Kräfte und ihre Addition

## **Unterrichtsvorhaben VI: Vektoren und Geraden – Bewegungen in den Raum (E-G2)**

(Zeitbedarf: ca. 15 Ustd.)

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

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Vektoroperationen: Addition, Multiplikation mit einem Skalar
- Eigenschaften von Vektoren: Länge, Kollinearität
- Geraden und Strecken: Parameterform
- Lagebeziehungen von Geraden: identisch, parallel, windschief, sich schneidend
- Schnittpunkte: Geraden

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

- (3) deuten Vektoren geometrisch als Verschiebungen und in bestimmten Sachkontexten als Geschwindigkeit,
- (6) weisen Eigenschaften geometrischer Figuren mithilfe von Vektoren nach,
- (7) stellen Geraden und Strecken in Parameterform dar,
- (8) interpretieren Parameter von Geradengleichungen im Sachkontext,
- (9) untersuchen Lagebeziehungen von Geraden,
- (10) untersuchen geometrische Situationen im Raum mithilfe digitaler Mathematikwerkzeuge,
- (11) nutzen Eigenschaften von Vektoren und Parametergleichungen von Geraden beim Lösen von innermathematischen und anwendungsbezogenen Problemstellungen,
- (12) lösen lineare Gleichungssysteme im Zusammenhang von Lagebeziehungen von Geraden und interpretieren die jeweilige Lösungsmenge.

### **Prozessbezogene Kompetenzen:**

- Ope-(1) wenden grundlegende Kopfrechenfertigkeiten sicher an,  
Ope-(6) führen verschiedene Lösungs- und Kontrollverfahren durch, vergleichen und bewerten diese,  
Ope-(8) erstellen Skizzen geometrischer Situationen und wechseln zwischen Perspektiven,  
Mod-(2) treffen begründet Annahmen und nehmen Vereinfachungen realer Situationen vor,  
Mod-(3) übersetzen zunehmend komplexe reale Situationen in mathematische Modelle,  
Mod-(5) erarbeiten mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten Lösungen innerhalb des mathematischen Modells,  
Mod-(8) benennen Grenzen aufgestellter mathematischer Modelle und vergleichen Modelle bzgl. der Angemessenheit,  
Pro-(6) wählen geeignete Begriffe, Zusammenhänge, Verfahren sowie Medien und Werkzeuge zur Problemlösung aus,  
Pro-(7) setzen Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung ein,  
Pro-(8) berücksichtigen einschränkende Bedingungen,  
Pro-(9) entwickeln Ideen für mögliche Lösungswege, planen Vorgehensweisen zur Lösung eines Problems und führen Lösungspläne zielgerichtet aus,  
Pro-(10) überprüfen die Plausibilität von Ergebnissen und interpretieren diese vor dem Hintergrund der Fragestellung,  
Pro-(12) vergleichen und beurteilen verschiedene Lösungswege und optimieren diese mit Blick auf Schlüssigkeit und Effizienz,  
Pro (14) variieren und verallgemeinern Fragestellungen vor dem Hintergrund einer Lösung,  
Arg-(4) erläutern Zusammenhänge zwischen Fachbegriffen,  
Arg-(6) entwickeln tragfähige Argumentationsketten durch die Verknüpfung von einzelnen Argumenten,  
Arg-(7) nutzen verschiedene Argumentationsstrategien (Gegenbeispiel, direktes Schlussfolgern, Widerspruch),  
Arg-(8) verwenden in ihren Begründungen vermehrt logische Strukturen (notwendige und hinreichende Bedingung, Folgerung, Äquivalenz, Und- sowie Oder- Verknüpfungen, Negation, All- und Existenzaussagen),  
Kom-(2) beschreiben Beobachtungen, bekannte Lösungswege und Verfahren,  
Kom-(3) erläutern mathematische Begriffe in innermathematischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen,  
Kom-(10) konzipieren, erstellen und präsentieren analoge und digitale Lernprodukte,

Kom-(11) greifen Beiträge auf und entwickeln sie weiter,  
Kom-(12) nehmen zu mathemathhaltigen, auch fehlerbehafteten, Aussagen und Darstellungen begründet und konstruktiv Stellung.

**mögliche Umsetzung:**

Zunächst wird ein geometrisches Objekt in einem Sachkontext durch Vektoren beschrieben. Dabei werden wiederholend die aus dem Unterrichtsvorhaben E-G1 bekannten Eigenschaften und Operationen von Vektoren genutzt und vertieft, um parallele Seiten und besondere Punkte zu ermitteln. Daran anschließend werden lineare Bewegungen z.B. im Kontext von Flugbahnen (Kondensstreifen) durch Startpunkt, Zeitparameter und Geschwindigkeitsvektor beschrieben. Dabei sollten Modellierungsfragen (reale Geschwindigkeiten, Größe der Flugobjekte, Flugebenen) einbezogen und diskutiert werden.

Eine Vertiefung kann darin bestehen, den Betrag der Geschwindigkeit zu variieren. In jedem Fall soll der Unterschied zwischen einer Geraden als Punktmenge (z. B. die Flugbahn) und einer Parametrisierung dieser Punktmenge als Funktion (von der Parametermenge in den Raum) herausgearbeitet werden. Auch die Parametrisierung einer Strecke wird in diesem Rahmen thematisiert.

Ergänzend zum dynamischen Zugang wird die rein geometrische Frage aufgeworfen, wie eine Gerade durch zwei Punkte zu beschreiben ist. Hierbei wird herausgearbeitet, dass zwischen unterschiedlichen Parametrisierungen einer Geraden gewechselt werden kann. Punktproben sowie Berechnungen sollen auch ohne Hilfsmittel durchgeführt werden.

Im Anwendungskontext (z.B. Kondensstreifen von Flugzeugen) werden Lagebeziehungen von Geraden untersucht und systematisiert. Die Untersuchung von Schnittpunkten zweier durch Geraden modellierter Flugbahnen führt dabei auf ein lineares  $3 \times 2$ -Gleichungssystem. Einen Bezug zu den unterschiedlichen Lagebeziehungen können die SuS herstellen, wenn sie zugleich die auf eine Landkarte reduzierte Situation mit nur 2 Gleichungen untersuchen. Einfache lineare Gleichungssysteme mit zwei Variablen werden als Wiederholung aus der Sekundarstufe I ohne Hilfsmittel gelöst, für komplexere LGS wird Geogebra verwendet. Ein algorithmisches Lösungsverfahren (z.B. der Gaußalgorithmus) wird später in der Qualifikationsphase bei den Steckbriefaufgaben eingeführt und geübt.

**Materialhinweis:**

Begleitende Kapitel im Buch

**Summe Einführungsphase: 120 Stunden**

**Vereinbarungsgemäß in Unterrichtsvorhaben verplant: 87 Stunden**

## 2.2 Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit

### Überfachliche Grundsätze:

- 1.) Schülerinnen und Schüler werden in dem Prozess unterstützt, selbstständige, eigenverantwortliche, selbstbewusste, sozial kompetente und engagierte Persönlichkeiten zu werden.
- 2.) Der Unterricht nimmt insbesondere in der Einführungsphase Rücksicht auf die unterschiedlichen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler.
- 3.) Geeignete Problemstellungen bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
- 4.) Die Unterrichtsgestaltung ist grundsätzlich kompetenzorientiert angelegt.
- 5.) Der Unterricht vermittelt einen kompetenten Umgang mit Medien. Dies betrifft sowohl die private Mediennutzung als auch die Verwendung verschiedener Medien zur Präsentation von Arbeitsergebnissen.
- 6.) Der Unterricht fördert das selbstständige Lernen und Finden individueller Lösungswege sowie die Kooperationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler.
- 7.) Die Schülerinnen und Schüler werden in die Planung der Unterrichtsgestaltung einbezogen.
- 8.) Der Unterricht wird gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern evaluiert.
- 9.) Die Schülerinnen und Schüler erfahren regelmäßige, kriterienorientierte Rückmeldungen zu ihren Leistungen.
- 10.) In verschiedenen Unterrichtsvorhaben werden fächerübergreifende Aspekte berücksichtigt.

### Fachliche Grundsätze:

- 11.) Im Unterricht werden simultan zwei Größen in vielfältigen Anwendungszusammenhängen betrachtet.
- 12.) Es werden funktionale Zusammenhänge erschlossen und vertieft.
- 13.) Die Schülerinnen und Schüler gehen quantitativ und qualitativ mit ebenen und räumlichen Strukturen um.
- 14.) Die Beschreibung mittels Vektoren erlaubt den Rückgriff auf das universelle Handwerkszeug der linearen Algebra.
- 15.) Es lassen sich die strategischen und rechnerischen Bearbeitungsmöglichkeiten für geometrische Fragestellungen erweitern.
- 16.) Stochastische Methoden ermöglichen es, viele Fragestellungen des Alltags rational quantitativ zu bearbeiten und Entscheidungen und Prognosen unter Unsicherheit zu treffen.
- 17.) Zufallsbedingte Phänomene können durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen modelliert werden.
- 18.) Die Inhaltsfelder Analysis, analytische Geometrie und lineare Algebra sowie Stochastik sind nicht isoliert nebeneinander zu betrachten, vielmehr werden sie konzeptionell vernetzt (z.B. durch übergreifende Konzepte wie funktionaler Zusammenhang, Mittelwert, Kumulation, Iteration, Grenzwert).
- 19.) Schülerinnen und Schüler übersetzen zunehmend komplexe Sachsituationen in mathematische Modelle.
- 20.) Es werden mithilfe mathematischer Kenntnisse und Fertigkeiten eine Lösung innerhalb des mathematischen Modells erarbeitet.
- 21.) Schülerinnen und Schüler ordnen einem mathematischen Modell verschiedene passende Sachsituationen zu und beziehen erarbeitete Lösungen auf die Sachsituation.
- 22.) Problemsituationen werden analysiert und strukturiert.
- 23.) Es werden Routineverfahren auch hilfsmittelfrei zur Lösung eingesetzt. Werkzeuge werden gewählt, die den Lösungsweg unterstützen.
- 24.) Schülerinnen und Schüler stellen Vermutungen auf und präzisieren diese mithilfe von Fachbegriffen, unter Berücksichtigung der logischen Struktur.
- 25.) Es werden mathematische Regeln bzw. Sätze und sachlogische Argumente für Begründungen genutzt. Es werden dabei verschiedene Argumentationsstrategien angewendet.

- 26.) Die Schülerinnen und Schüler erfassen, strukturieren und formalisieren Informationen aus zunehmend komplexen mathemathikhaltigen Texten und Darstellungen, aus authentischen Texten, mathematischen Fachtexten sowie aus Unterrichtsbeiträgen.
- 27.) Es werden verschiedene digitale und mathematische Werkzeuge genutzt (zum Erkunden, Recherchieren, Berechnen und Darstellen).

## **2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung in Mathematik / SII am ASGSG**

Letzte Bearbeitung im Februar 2024

Die Fachgruppe Mathematik richtet sich in ihrer Leistungsbewertung nach den im Schulgesetz (§48) sowie in den Ausbildungs- und Prüfungsordnungen (§13 APO-GOST, Kapitel 3 des Kernlehrplans Mathematik) vorgegebenen Grundsätzen.

### **1. Sonstige Leistungen**

In die Bewertung der sonstigen Leistungen gehen ein

#### (1) Mündliche Mitarbeit

Beiträge zum Unterrichtsgespräch in Form von Lösungsvorschlägen, das Aufzeigen von Zusammenhängen und Widersprüchen, Plausibilitätsbetrachtungen oder das Bewerten von Ergebnissen. Hierbei spielt nicht allein die Menge der Beiträge, sondern auch deren Qualität eine Rolle, genauso geht es hierbei nicht nur darum „richtige Antworten“ zu geben, sondern auch um das Stellen von Fragen nach Nichtverstandenen und Unklarem sowie um Fragen, die den Unterricht weiterbringen und durch wichtige ergänzende Aspekte vertiefen.

#### (2) Arbeitsaufträge

Berücksichtigt werden Regelmäßigkeit, Vollständigkeit und Qualität der Arbeitsaufträge, auch der Hausaufgaben. Dabei geht es einerseits um Sauberkeit und äußere Form, andererseits aber auch um das Bemühen, Aufgaben zu bearbeiten, auch wenn sie zu keinem richtigen Ergebnis führen oder ein richtiger Lösungsweg nicht präsent ist. Ein aktives und intensives Bemühen um eine Lösung muss nachgewiesen werden. Sind Aufgaben gemeinsam mit einem Mitschüler bearbeitet worden, so muss die Lösung auf Verlangen erläutert werden können. Die Hausaufgabenkontrolle ist auch schriftlich möglich und muss nicht angekündigt werden.

#### (3) Selbständige Arbeit im Unterricht

Bewertet werden die Anstrengungsbereitschaft, Teamfähigkeit und Konzentration bei der Bearbeitung von Aufgaben in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit oder am Computer während der Unterrichtsstunde. Voraussetzung hierfür ist, dass eigenes erforderliches Unterrichtsmaterial verfügbar ist. Bewertet wird auch das Eingehen auf Beiträge von anderen Kursteilnehmern, der Umgang mit neuen Problemen, die Beteiligung bei der Suche nach neuen Lösungswegen. Positiv bewertet wird auch die Unterstützung von Mitlernenden.

Im Folgenden werden Kriterien für die Bewertung der sonstigen Leistungen jeweils für eine gute bzw. ausreichende Leistung dargestellt. Dabei ist bei der Bildung der Quartalsnote und später bei der Bildung der Abschlussnote jeweils die Gesamtentwicklung zu berücksichtigen. Eine arithmetische Bildung aus punktuell erteilten Einzelnoten erfolgt nicht.

Leistungsaspekt	Anforderungen für eine	
	gute Leistung	ausreichende Leistung
<b>Qualität der Unterrichtsbeiträge</b>	<p>nennt richtige Lösungen und begründet sie nachvollziehbar im Zusammenhang der Aufgabenstellung.</p> <p>geht selbstständig auf andere Lösungen ein, findet Argumente und Begründungen für eigene Beiträge.</p> <p>ist sicher im Gebrauch der Fachsprache und kann die Bedeutung von Fachbegriffen erklären.</p>	<p>nennt teilweise richtige Lösungen, kann sie aber nur lückenhaft begründen.</p> <p>geht selten auf andere Lösungen ein.</p> <p>ist unsicher im Gebrauch der Fachsprache/richtigen Schreibweisen.</p>
<b>Kontinuität/Quantität</b>	beteiligt sich regelmäßig am Unterrichtsgespräch.	nimmt eher selten am Unterrichtsgespräch teil.
<b>Selbstständigkeit</b>	<p>bringt sich von sich aus in den Unterricht ein.</p> <p>ist selbstständig ausdauernd bei der Sache und erledigt Aufgaben gründlich und zuverlässig.</p> <p>strukturiert und erarbeitet neue Lerninhalte weitgehend selbstständig, stellt selbstständig Nachfragen.</p> <p>erarbeitet bereitgestellte Materialien selbstständig.</p>	<p>beteiligt sich gelegentlich eigenständig am Unterricht.</p> <p>benötigt oft eine Aufforderung, um mit der Arbeit zu beginnen; arbeitet Rückstände nur teilweise auf.</p> <p>erarbeitet neue Lerninhalte nur mit umfangreicher Hilfestellung.</p> <p>erarbeitet bereitgestellte Materialien eher lückenhaft.</p>
<b>Hausaufgaben</b>	<p>erledigt sorgfältig und vollständig die Hausaufgaben; ist dabei auch in der Lage Aufgaben des Anforderungsbereiches III zu durchdenken.</p> <p>trägt Hausaufgaben mit nachvollziehbaren Erläuterungen vor.</p>	<p>erledigt die Hausaufgaben, wenn sie reproduktiven Charakter haben.</p> <p>nennt die Ergebnisse, erläutert oft unvollständig.</p>
<b>Kooperation</b>	bringt sich ergebnisorientiert in kooperative Arbeitsformen ein und ist auch bereit, seinen leistungsschwächeren Mitschülern zu helfen.	bringt sich nur wenig in kooperative Arbeitsformen ein.
<b>Werkzeuggebrauch</b>	setzt Werkzeuge im Unterricht sicher bei der Bearbeitung von Aufgaben ein.	benötigt häufig Hilfe beim Einsatz von Werkzeugen zur Bearbeitung von Aufgaben.

## 2. Schriftliche Leistung

Die Bewertung der schriftlichen Leistungen in Klausuren erfolgt über ein Raster mit Hilfspunkten, wobei keine halben Punkte vergeben werden. Dabei sind alle Anforderungsbereiche zu berücksichtigen, wobei der Anforderungsbereich II den Schwerpunkt bildet. Die Zuordnung der Hilfspunktesumme zu den Notenstufen richtet sich ab der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Damit wird die Note „ausreichend“ bei Erreichen von 45 % der Hilfspunkte und die Note „gut“ bei Erreichen von 75 % der Hilfspunkte erteilt.

Note	Punkte	Erreichte Punktzahl
sehr gut plus	15	100 – 95
sehr gut	14	94 – 90
sehr gut minus	13	89 – 85
gut plus	12	84 – 80
gut	11	79 – 75
gut minus	10	74 – 70
befriedigend plus	9	69 – 65
befriedigend	8	64 – 60
befriedigend minus	7	59 – 55
ausreichend plus	6	54 – 50
ausreichend	5	49 – 45
ausreichend minus	4	44 – 40
mangelhaft plus	3	39 – 33
mangelhaft	2	32 – 27
mangelhaft minus	1	26 – 20
ungenügend	0	19 – 0

Die Dauer und die Anzahl der schriftlichen Arbeiten ist due die APO-GOST – zum Teil in Bandbreiten – vorgegeben. Am ASGSG werden Klausuren in Mathematik gemäß dem nachstehenden Raster geschrieben:

Jahrgang	Anzahl Klausuren pro Halbjahr	Dauer	Besonderheiten
EF	2	90 Minuten	Die vierte Klausur ist landesweit zentral gestellt
Q1 – GK	2	135 Minuten	Wird eine Facharbeit im Fach Mathematik geschrieben, so ersetzt diese die 1. Klausur im 2. HJ.
Q1 - LK	2	180 Minuten	
Q2.1 – GK	2	180 Minuten	Die Klausur entspricht formal und inhaltlich der Abiturklausur.
Q2.1 – LK	2	225 Minuten	
Q2.2 – GK	1	Nach aktuell geltenden Abiturzeiten	
Q2.2 - LK	1	Nach aktuell geltenden Abiturzeiten	

Die Fachgruppe empfiehlt, bei parallel liegenden Kursen Klausuraufgaben nach Möglichkeit gemeinsam zu stellen. Es herrscht Einigkeit darüber, dass nach entsprechender Wiederholung im Unterricht Klausuren auch Aufgabenteile enthalten können, die Kenntnisse aus weiter zurückliegenden Unterrichtsthemen verlangen. Alle Klausuren – mindestens in der Qualifikationsphase – enthalten auch Aufgaben im Sinne des Anforderungsbereiches III (ca. 10 % der Bewertunghilfspunkte).

Für die Aufgabenstellung der Klausuraufgaben werden – mindestens ab der Qualifikationsphase – die vom Schulministerium veröffentlichten Operatoren verwendet.

### **3. Diagnose / individuelle Förderung**

Die Ergebnisse aus Lernerfolgsüberprüfungen wie Klassenarbeiten, Diagnosebögen oder anderen Lernprodukten geben eine Rückmeldung über die aktuell erreichten Kompetenzen und dienen darüber hinaus Lehrenden und Lernenden als Grundlage der individuellen Förderung. Hierbei ist es wichtig, bereits erreichte Kompetenzen herauszustellen und die Lernenden zum Weiterlernen zu ermutigen.

### **4. Benotung zum Halbjahresabschluss**

Jeweils zum Ende des 1. bzw. 3. Quartals werden die Schülerinnen und Schüler über ihren aktuellen Leistungsstand informiert (Note für die sonstige Mitarbeit im vorangegangenen Quartal). Gegebenenfalls sind Förderempfehlungen zu formulieren.

## **2.4 Lehr- und Lernmittel**

Die Fachschaft Mathematik hat sich am 19.03.2024 entschieden, noch kein Buch für die neue EF einzuführen. Es wird mit eigenem Material gearbeitet.

Eine Entscheidung soll zusammen mit der Buchwahl für die Q-Phase erfolgen.

Der Leistungskursband wird im Eigenanteil der Eltern enthalten.

Ebenfalls wurde abgestimmt, dass die Lernenden eine geeignete Formelsammlung so wie Geogebra im Unterricht und Klausuren verwenden dürfen.

### **3 Prüfung und Weiterentwicklung des schulinternen Lehrplans**

Der schulinterne Lehrplan ist als „dynamisches Dokument“ zu sehen. Dementsprechend sind die dort getroffenen Absprachen stetig zu überprüfen, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachschaft trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches bei.

Die Überprüfung der Vereinbarungen erfolgt unter Bezug auf den entsprechenden Erlass regelmäßig. Auf der Grundlage eines neuen Lehr- bzw. Kernlehrplanes ist die Überprüfung und Überarbeitung des schulinternen Lehrplans zwingend erforderlich.

Die Ergebnisse dienen der/dem Fachvorsitzenden zur Rückmeldung an die Schulleitung und u.a. an den/die Fortbildungsbeauftragte/n, außerdem sollen wesentliche Tagesordnungspunkte und Beschlussvorlagen der Fachkonferenz daraus abgeleitet werden