

Mathematik

Bildungsplan für das Gymnasium Jahrgangsstufe 5 - 10

Herausgegeben vom Senator für Bildung und Wissenschaft,
Rembertiring 8 – 12, 28195 Bremen

2006

Ansprechpartnerin:
Landesinstitut für Schule, Am Weidedamm 20, 28215 Bremen
Abteilung 2, Referat Curriculumentwicklung: Beate Vogel

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung	4
1. Aufgaben und Ziele	5
2. Themen und Inhalte	7
3. Standards	12
3.1 Anforderungen am Ende der Jahrgangsstufe 6	12
3.2 Anforderungen am Ende der Jahrgangsstufe 8	16
3.3 Anforderungen am Ende der Jahrgangsstufe 10	21
4. Leistungsbeurteilung	25
Anhang	26
Liste der Operatoren	27

Vorbemerkung

Der vorliegende Bildungsplan für das Fach Mathematik gilt für den gymnasialen Bildungsgang; er löst den stufenbezogenen Fachrahmenplan ab.

Bildungspläne orientieren sich an Standards, in denen die erwarteten Lernergebnisse als verbindliche Anforderungen formuliert sind. In den Standards werden die Lernergebnisse durch fachbezogene Kompetenzen beschrieben, denen fachdidaktisch begründete Kompetenzbereiche zugeordnet sind.

Die Kompetenzen und Kompetenzbereiche orientieren sich in den Fächern an den Bildungsstandards, über die die Kultusministerkonferenz in den letzten Jahren Vereinbarungen geschlossen hat.

Die Standards werden für die Jahrgangsstufe 10 zum Übergang in die Qualifikationsphase festgelegt. Auf welchen Niveaus diese Kompetenzen in den Jahrgangsstufen 5 bis 10 erreicht werden können, wird über die erwarteten Kompetenzen am Ende der Jahrgangsstufen 6 und 8 dargestellt. Dabei beschränken sich die Festlegungen auf die wesentlichen Kenntnisse und Fähigkeiten und die damit verbundenen Inhalte und Themenbereiche, die für den weiteren Bildungsweg unverzichtbar sind.

Mit den Bildungsplänen werden so die Voraussetzungen geschaffen, ein klares Anspruchsniveau an der Einzelschule und den Schulen der Freien Hansestadt Bremen zu schaffen. Gleichzeitig erhalten die Schulen Freiräume zur Vertiefung und Erweiterung der zu behandelnden Unterrichtsinhalte und damit zur thematischen Profilbildung, indem die Vorgaben der Bildungspläne sich auf die zentralen Kompetenzen beschränken.

Für die Jahrgangsstufen 9 und 10 werden die Vorgaben der Inhalte und Themenbereiche im gymnasialen Bildungsgang getrennt dargestellt, um so den Übergang zwischen den Schulstufen von den Unterrichtsgegenständen her zu ermöglichen.

Der Einsatz elektronischer Medien und Informationstechniken im Unterricht ist in einem gesonderten Plan beschrieben, der die Bildungspläne um den Bereich der Medienpädagogik ergänzt.

Für die Sonderschulen und den Bereich der sonderpädagogischen Förderung liegt ein gesonderter Rahmenplan „Sonderpädagogische Förderung an Bremer Schulen“ vor. Zusammen mit den Bildungsplänen ist er die Grundlage für die sonderpädagogische Förderung im gymnasialen Bildungsgang.

1. Aufgaben und Ziele

Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I ermöglicht den Schülerinnen und Schülern insbesondere folgende drei Grunderfahrungen, die miteinander in engem Zusammenhang stehen:

1. technische, natürliche, soziale und kulturelle Erscheinungen und Vorgänge mit Hilfe der Mathematik wahrnehmen, verstehen und unter Nutzung mathematischer Gesichtspunkte beurteilen (Mathematik als Anwendung)
2. Mathematik mit ihrer Sprache, ihren Symbolen, Bildern und Formeln in der Bedeutung für die Beschreibung und Bearbeitung von Aufgaben und Problemen inner- und außerhalb der Mathematik kennen und begreifen (Mathematik als Struktur)
3. in der Bearbeitung von Fragen und Problemen mit mathematischen Mitteln allgemeine Problemlösefähigkeit erwerben (Mathematik als Handlungsfeld).

Der Mathematikunterricht hat die Aufgabe, den Schülerinnen und Schülern, die Rolle deutlich zu machen, die Mathematik in der Welt spielt. Mathematisches Wissen ist funktional, flexibel und zur *Bearbeitung vielfältiger Probleme* einsetzbar. Mathematikunterricht vermittelt insbesondere die Kompetenz des problemlösenden Arbeitens in inner- und außermathematischen Kontexten. Grundlegend dafür ist die Fähigkeit, komplexe Aufgaben zu strukturieren sowie reale Probleme mathematisch zu beschreiben, also *Modelle zu bilden*. Die Arbeit in der Mathematik umfasst die Fähigkeit, mathematisch zu *argumentieren* und mit anderen über mathematische Fragestellungen zu *kommunizieren*.

Diese allgemeinen mathematischen Kompetenzen bilden sich in der aktiven Auseinandersetzung mit Fragestellungen aus den Inhaltsbereichen der Mathematik. Die Mathematik erfasst ebene und räumliche Gebilde mit Mitteln der *Geometrie*. Für die Operationen mit Zahlen in der *Arithmetik* hat die Mathematik die Formelsprache der *Algebra* entwickelt, mit der sich Gesetzmäßigkeiten des Zahlenrechnens darstellen und flexibel nutzen lassen. Zu den Leistungen der Mathematik gehört ferner, dass sie sowohl systematische Abhängigkeiten von Zahlen und Größen mit dem Begriff der *Funktion*, aber auch zufällige Ereignisse mit dem Begriff der *Wahrscheinlichkeit* beschreiben kann.

Der Beitrag des Faches Mathematik zur Bildung zeigt sich im Zusammenspiel von Kompetenzen, die sich auf mathematische Prozesse beziehen und solchen, die auf mathematische Inhalte ausgerichtet sind. Prozessbezogene Kompetenzen, wie z.B. das Problemlösen oder das Modellieren werden immer bei der Beschäftigung mit konkreten mathematischen Inhalten erworben und weiterentwickelt, umgekehrt müssen Inhalte immer durch geeignete Tätigkeiten wie Modellieren, Argumentieren und Kommunizieren erschlossen werden.

Fachbezogene Kompetenzen	
Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen
Argumentieren und Kommunizieren	Arithmetik und Algebra
Problemlösen	Geometrie
Modellieren	Funktionale Zusammenhänge
	Stochastik – Daten und Zufall

Aufgaben und Ziele in Jahrgangsstufe 5/6

In Arithmetik, Geometrie und Stochastik werden Kenntnisse und Fähigkeiten aus der Grundschule aufgegriffen und systematisch vertieft. Die Annäherung an neue Inhalte dieser Themenbereiche (z. B. neue Zahlbereiche) erfolgt handlungsorientiert, anschauungsgebunden und ist mit inhaltlichem Denken verknüpft, der Kalkül bleibt dem zeitlich nachgeordnet. Erste Erfahrungen mit Funktionalen Zusammenhängen und ihrer Darstellung können gemacht werden.

In den unteren Jahrgangsstufen orientiert sich das Argumentieren und Kommunizieren zunächst stärker an der Alltagssprache der Lernenden und wird behutsam an die Fachsprache herangeführt. Modellierungs- und Problemlöseprozesse beziehen sich erst einmal auf überschaubare Situationen.

Aufgaben und Ziele in Jahrgangsstufe 7/8

Nach der Orientierung an der Alltagssprache der Schülerinnen und Schüler in einfachen und überschaubaren Anwendungssituationen werden sowohl Argumentationen als auch die Kontexte komplexer und Bewertungen vor dem Hintergrund theoretisch orientierter Überlegungen eingebunden.

Thematisch liegen die Schwerpunkte auf dem Umgang mit Variablen, linearen und quadratischen Strukturen, dem Wahrscheinlichkeitsbegriff und der Untersuchung von geometrischen Eigenschaften ebener Figuren. In Argumentations- und Problemlöseprozesse werden zunehmend metakognitive Elemente integriert. Strategien und Techniken werden zum immer selbstständigeren Erlernen von Mathematik bewusst genutzt. Mathematik wird als Mittel und Ausdruck von Welt-Erfahrung erkannt, aber konsequent auch als geistig geordnete Welt eigener Art kennen zu lernen und zu begreifen (Mathematik als Struktur).

Der Umgang mit digitalen Medien als Werkzeug zur Bearbeitung und Darstellung mathematischer Zusammenhänge wird erweitert.

Aufgaben und Ziele in Jahrgangsstufe 9/10

In der Jahrgangsstufe 9/10 des Gymnasiums werden die prozessbezogenen Kompetenzen weiter entwickelt in Richtung zunehmender Selbständigkeit, komplexerer Zusammenhänge und formalerer Strukturen. Inhaltlich werden alle vier Bereiche im Hinblick auf die Qualifikationsphase der Gymnasialen Oberstufe vertieft.

2. Themen und Inhalte

Die zu lernenden mathematischen Tätigkeiten und Inhalte werden – zu Themenbereichen gebündelt – dargestellt. Die Reihenfolge der Themenbereiche gibt keine Abfolge der Unterrichtsthemen an, die Auflistung über verschiedene Jahrgangsstufen macht die Steigerung der Komplexität in den mathematischen Lerninhalten deutlich. Die Themenbereiche sollen im Unterrichtsverlauf der Doppeljahrgangsstufe wiederholt aufgegriffen werden.

Die zentralen Tätigkeiten und Inhalte werden nicht getrennt, sondern integriert thematisiert. Sie sollen jeweils in Verknüpfung mit allen inhaltlichen Themenbereichen angeregt werden, durch die Formulierung der Anforderungen erfolgen dabei Schwerpunktsetzungen, wie die Funktionenlehre für den Bereich Modellieren.

Übersicht über die zentralen Tätigkeiten der Jahrgänge 5 - 10		Jg.
Argumentieren/ Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen aus Texten, Bildern und Tabellen • Erläutern von Rechenwegen • Intuitives Begründen 	5/6
	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen aus Graphen • Präsentation und Bewertung von Lösungswegen • mehrschrittige Argumentationen 	7/8
	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen aus authentischen Texten ziehen und diese beurteilen • Erläutern mathematischer Zusammenhänge • Vernetzen von Begriffen und Verfahren • Begründungen in mehrschrittigen Argumentationen unter Verwendung symbolischer Beweiselemente 	9/10
Problemlösen	<ul style="list-style-type: none"> • Schätzen, Überschlagen • Beispiele finden, Probieren • Überprüfen von Ergebnissen 	5/6
	<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchen von Zahlen und Formen • Überprüfen auf mehrere Lösungen • Überprüfen von Lösungswegen 	7/8
	<ul style="list-style-type: none"> • Zerlegen von Problemen • Vorwärts-/ Rückwärtsarbeiten • Geeignete heuristische Strategien und Werkzeuge (auch Computer-Werkzeuge) auswählen 	9/10
Modellieren	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellen von Termen, Figuren und Diagrammen zu Sachaufgaben • Angeben von Realsituationen zu Figuren, Termen und Diagrammen 	5/6
	<ul style="list-style-type: none"> • Aufstellen von Gleichungen und Funktionen zu Realsituationen • Angeben von Realsituationen zu Tabellen, Graphen, Gleichungen 	7/8

	<ul style="list-style-type: none">• lineare/quadratische/exponentielle Modelle für Wachstumsprozesse• Angeben von Realsituationen zu linearen / quadratischen / exponentiellen Funktionen• Analyse und Bewertung verschiedener Modelle im Hinblick auf die Realsituation• Wahl und Variation von Modellen zu gegebener Realsituation	9/10
--	---	-------------

Übersicht über die wesentlichen Inhalte der Jahrgänge 5-10

Die folgende Übersicht nennt die verbindlichen Themenbereiche und Inhalte des Unterrichts. Aus jedem Themenbereich und aus weiteren als relevant erachteten Inhalten wird von der Fachkonferenz ein Jahrgangskatalog für jede Klassenstufe festgelegt.

Jede schulintern erstellte Themenliste ist verbindlich. Bei der Aufstellung ist ein Freiraum für individuelle Vorhaben mit einzuplanen.

Die Verteilung der Inhalte ist konzipiert für einen spiralförmigen Aufbau des Curriculums und gibt vielfältige Anlässe zur vertieften Wiederholung und Vernetzung mit anderen Jahrgängen.

Themenbereiche	Inhalte	Jg.
Arithmetik / Algebra	<ul style="list-style-type: none"> • Grundvorstellungen zu Brüchen, Prozenten, negativen Zahlen • Zahlengerade • Ordnen, Vergleichen, Runden, Abschätzen • Rechnen mit natürlichen Zahlen, Dezimalzahlen und einfachen Brüchen • Rechenvorteile, Teiler und Vielfache • Größen 	5/6
	<ul style="list-style-type: none"> • Bruchrechnung vertieft (insbesondere Multiplikation / Division) • Rationale Zahlen, auch mit Taschenrechner • Prozentrechnung, auch mit Tabellenkalkulation • Terme und Termumformungen • Wurzel • lineare Gleichungen • lineare Gleichungssysteme 	7/8
	<ul style="list-style-type: none"> • Potenzieren • formales Lösen quadratischer Gleichungen 	9
	<ul style="list-style-type: none"> • Irrationale Zahlen (Erweiterungsnotwendigkeit, Approximationen) 	10
Geometrie	<ul style="list-style-type: none"> • ebene Figuren • Quader und Würfel • Schrägbilder, Netze, Körpermodelle • Umfang und Flächeninhalt von Rechtecken • Oberfläche und Volumen von Quadern • Winkel 	5/6

	<ul style="list-style-type: none"> • Dreiecke, auch mit Dynamischer Geometriesoftware (Konstruktionen, Kongruenz, besondere Punkte, Winkelsumme) • Umfang und Flächeninhalt von Dreiecken und zusammengesetzten Figuren • Prismen • einfache Winkelsätze • Ähnlichkeit, Vergrößern / Verkleinern • Satz des Pythagoras 	7/8
	<ul style="list-style-type: none"> • Kreisberechnung • Oberfläche und Volumen von Zylinder, Pyramiden, Kegel, Kugeln 	9
	<ul style="list-style-type: none"> • Sinus, Cosinus, Tangens 	10
Funktionale Zusammenhänge	<ul style="list-style-type: none"> • Tabellen und Diagramme • Maßstab • Muster in Zahlenfolgen 	5/6
	<ul style="list-style-type: none"> • Wertetabellen, Graphen und Terme für Funktionen • proportionale und antiproportionale Zuordnungen • lineare Funktionen auch mit Tabellenkalkulation • quadratische Funktionen (ohne formales Gleichungslösen) 	7/8
	<ul style="list-style-type: none"> • quadratische Funktionen (mit Gleichungslösen) 	9
	<ul style="list-style-type: none"> • lineares, quadratisches und exponentielles Wachstum (insbesondere auch diskret beschrieben durch Folgen) • exponentielle und trigonometrische Funktionen (insbesondere auch Bearbeitung mit digitalen Medien / Taschenrechner) • qualitative Analysis (intuitiver Grenzwertbegriff, mittlere und lokale Änderungsrate, graphisches Differenzieren,...) • formaler Ableitungsbegriff 	10
Stochastik	<ul style="list-style-type: none"> • Ur- und Strichlisten • Häufigkeitstabellen, Säulendiagramme, Kreisdiagramme • arithmetisches Mittel, Zentralwert • empirische Wahrscheinlichkeiten bei einstufigen Zufallsexperimenten 	5/6
	<ul style="list-style-type: none"> • Planung und Durchführung von Erhebungen • Häufigkeiten und Verteilungen • Boxplots (Zentralwert, Quartile) • Analyse von statistischen Darstellungen • Laplace-Regel • zweistufige Zufallsexperimente • Baumdiagramme, Pfadregeln 	7/8

	<ul style="list-style-type: none">• Kombinatorisches Zählen	9
	<ul style="list-style-type: none">• Vierfeldertafel• komplexere Zufallsversuche	10

3. Standards

In den Standards werden die mathematischen Kompetenzen beschrieben, die Schülerinnen und Schüler am Ende der Jahrgangsstufen 6, 8 und 10 erworben haben sollen. Im Folgenden werden die mathematischen Kompetenzen getrennt nach prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen ausgewiesen. Sie beschreiben den Kern der fachlichen Anforderungen. Der Unterricht ist nicht auf ihren Erwerb beschränkt, er soll es den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, darüber hinaus gehende Kompetenzen zu erwerben, weiter zu entwickeln und zu nutzen.

Die prozessbezogenen Kompetenzen werden von Schülerinnen und Schülern immer in der Auseinandersetzung mit mathematischen Inhalten weiter entwickelt, umgekehrt erschließen sich Inhalte nur mit Hilfe der mathematische Tätigkeiten Argumentieren, Kommunizieren, Modellieren und Problemlösen. Die Aspekte werden in vielfältigen unterrichtlichen Kontexten thematisiert, damit sie nachhaltig und sicher den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung stehen. Mathematische Grundbildung zeigt sich in der flexiblen und vernetzten Aktivierung dieser prozessbezogenen und inhaltsbezogenen Kompetenzen. Beide Bereiche müssen somit Gegenstand des Unterrichts und der Bewertung der Leistungen der Schülerinnen und Schüler sein.

3.1 Anforderungen am Ende der Jahrgangsstufe 6

Prozessbezogene Kompetenzen

<i>Argumentieren und Kommunizieren</i>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Lesen / Verbalisieren	<ul style="list-style-type: none"> – entnehmen Informationen aus einfachen mathemathikhaltigen Darstellungen (Text, Bild, Tabelle) und geben sie mit eigenen Worten wieder – erläutern schriftlich und mündlich mathematische Sachverhalte, Begriffe, Regeln und Verfahren mit eigenen Worten und verwenden die Fachsprache
Kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> – arbeiten bei der Lösung von Problemen im Team mit anderen diskutieren eigene und vorgegebene Rechenwege, Ergebnisse und Darstellungen – finden, erklären und korrigieren Fehler auch in mathematischen Begründungszusammenhängen
Präsentieren	<ul style="list-style-type: none"> – präsentieren Ideen sprachlich, handelnd und bildlich – präsentieren Ergebnisse in kurzen Beiträgen (Vortrag mit Tafel, Folie, Plakat, Computer, ...)
Begründen	<ul style="list-style-type: none"> – begründen intuitiv (Beobachtungen beschreiben, Größenordnungen abschätzen, Beispiele und Gegenbeispiele angeben usw.)

Problemlösen – Probleme erfassen, erkunden und lösen

Die Schülerinnen und Schüler ...

Erkunden	<ul style="list-style-type: none"> – geben inner- und außermathematische Problemstellungen in eigenen Worten wieder – entnehmen auch komplexeren Problemen relevante Größen – finden in Sachsituationen mögliche mathematische Fragestellungen und Vermutungen – nutzen Medien zur Recherche und Strukturierung von Problemsituationen (Lexikon, Computer, Internet,...)
Lösen	<ul style="list-style-type: none"> – ermitteln Näherungswerte für erwartete Ergebnisse durch Schätzen und Überschlagen – nutzen elementare mathematische Regeln und Verfahren (Messen, Rechnen, Schließen) zum Lösen von anschaulichen Alltagsproblemen – wenden Lösungsstrategien an (Beispiele finden, Überprüfen durch Probieren, Skizzen und Tabellen)
Reflektieren	<ul style="list-style-type: none"> – interpretieren und bewerten Ergebnisse in Bezug auf die ursprüngliche Problemstellung – stellen einen Lösungsweg mit eigenen Worten dar und vergleichen unterschiedliche Lösungswege miteinander

Modellieren – Modelle erstellen und nutzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

Strukturieren	<ul style="list-style-type: none"> – strukturieren Sachsituationen und isolieren die für die Fragestellung relevanten mathematisch fassbaren Aspekte
Mathematisieren	<ul style="list-style-type: none"> – übersetzen Situationen aus Sachaufgaben in mathematische Modelle (Rechenoperationen, Terme, geometrische Darstellungen, Diagramme, Tabellen)
Validieren	<ul style="list-style-type: none"> – überprüfen die im mathematischen Modell gewonnenen Lösungen an der Realsituation
Realisieren	<ul style="list-style-type: none"> – ordnen einem mathematischen Modell (Figur, Term, Gleichung) eine passende Realsituation zu

Inhaltsbezogene Kompetenzen

<i>Arithmetik / Algebra – mit Zahlen und Symbolen umgehen</i>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Darstellen	<ul style="list-style-type: none"> – stellen natürliche Zahlen (Zahlenraum bis eine Million) und negative Zahlen auf verschiedene Weise dar: handelnd, zeichnerisch an verschiedenen Objekten (Zahlengerade, Stellenwerttafel für natürliche Zahlen, Wortform) und symbolisch (auch durch Zehnerpotenzen) – deuten Dezimalzahlen und Prozente als eine Darstellungsform für Brüche und wandeln sie in die jeweils andere Darstellungsform um
Beschreiben	<ul style="list-style-type: none"> – beschreiben Anteile, relative Anteile (auch Anteile von Anteilen), Größen und Quotienten durch Brüche – finden durch Vergrößern und Verfeinern gleichwertige Brüche und nutzen Kürzen und Erweitern als syntaktischen Weg zum Finden gleichwertiger Brüche – beschreiben Vorgänge des immer genaueren Messens durch Dezimalzahlen – beschreiben Größen relativ zu einer Vergleichsmarke durch negative Zahlen
Ordnen	<ul style="list-style-type: none"> – ordnen und vergleichen natürliche, negative Zahlen, einfache Brüche und Dezimalzahlen
Operieren	<ul style="list-style-type: none"> – runden natürliche Zahlen und Dezimalzahlen und führen Überschlagsrechnungen durch – führen Grundrechenarten für natürliche Zahlen und Dezimalzahlen aus (Kopfrechnen und schriftliche Rechenverfahren) und nutzen Strategien für Rechenvorteile – addieren und subtrahieren einfache Brüche, multiplizieren Brüche mit natürlichen Zahlen, addieren, subtrahieren, multiplizieren und dividieren Dezimalzahlen
Anwenden	<ul style="list-style-type: none"> – verwenden Größen (Längen, Flächeninhalte, Volumen, Gewichte, Zeit, Währungen) in Sachzusammenhängen und wandeln sie dazu geeignet um – nutzen Größenvorstellungen zum Abschätzen und zum Veranschaulichen durch Repräsentanten – untersuchen und beschreiben Muster und Beziehungen bei Zahlen – untersuchen Eigenschaften von Zahlen, nutzen dabei Teiler und Vielfache und zerlegen in Primfaktoren, und nutzen Teilbarkeitsregeln (2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 25)

Geometrie – ebene und räumliche Strukturen nach Maß und Form erfassen

Die Schülerinnen und Schüler ...

Erfassen	<ul style="list-style-type: none"> – beschreiben ebene und räumliche Figuren mit den Grundbegriffen Punkt, Strecke, Gerade, Radius, parallel, senkrecht, achsensymmetrisch, punktsymmetrisch – benennen und charakterisieren Figuren (Rechteck, Quadrat, Parallelogramm, Dreieck, Kreis) und Körper (Würfel, Quader, Prisma, Pyramide, Zylinder, Kegel, Kugel) und identifizieren sie in ihrer Umwelt – unterscheiden spitze, rechte, stumpfe und überstumpfe Winkel und bezeichnen Punkte, Strecken und Winkel mit Symbolen – erkennen achsensymmetrische und punktsymmetrische Figuren in der Umwelt – ordnen Körpern ihre Netze zu und erkennen fehlerhafte Netze
Konstruieren	<ul style="list-style-type: none"> – zeichnen zueinander senkrechte und parallele Linien, spitze, rechte und stumpfe Winkel, ebene Figuren, Kreise und Muster – spiegeln, verschieben und drehen Figuren in der Ebene – zeichnen Schrägbilder von Würfel und Quader und bauen diese Körper auf der Grundlage selbst gezeichneter Körpernetze – stellen Punkte, Strecken und einfache Figuren im Koordinatensystem dar
Messen	<ul style="list-style-type: none"> – schätzen und messen Winkel – messen und berechnen Umfang und Flächeninhalt von Quadrat und Rechteck, Oberfläche und Volumen von Würfel und Quader

Funktionale Zusammenhänge – Beziehungen und Veränderung beschreiben und erkunden

Die Schülerinnen und Schüler ...

Darstellen	<ul style="list-style-type: none"> – stellen Beziehungen zwischen Größen in (Werte-)Tabellen und Diagrammen in Koordinatensystemen dar
Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> – entnehmen für einfache Sachzusammenhänge Informationen aus Tabellen und Diagrammen
Erkunden	<ul style="list-style-type: none"> – untersuchen Folgen (in grafischer und arithmetischer Darstellung) auf Veränderungen und Muster
Anwenden	<ul style="list-style-type: none"> – entnehmen Größen aus einer maßstäblichen Zeichnung und zeichnen Größen maßstabsgerecht – rechnen mit maßstäblichen Angaben

<i>Stochastik – mit Daten und Zufall arbeiten</i>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Erheben	– erheben Daten und fassen sie in Ur- und Strichlisten zusammen
Darstellen	– ordnen Daten (z. B. Körpergröße, Strecken, Mengen, Anteile) und stellen sie grafisch durch geeignete Säuen- und Kreisdiagramme dar
Auswerten / Analysieren	<ul style="list-style-type: none"> – bestimmen das arithmetische Mittel und den Zentralwert und erklären ihre Bedeutung – untersuchen zufällige Phänomene durch einfache Zufallsexperimente und werten diese aus – berechnen Wahrscheinlichkeiten für einstufige Zufallsexperimente – bewerten Sachverhalte an Hand von statistischen Darstellungen

3.2 Anforderungen am Ende der Jahrgangsstufe 8

Prozessbezogene Kompetenzen

<i>Argumentieren und Kommunizieren</i>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Lesen	– ziehen Informationen aus mathemathikhaltigen Darstellungen (Text, Bild, Tabelle, Graph), strukturieren und bewerten sie
Verbalisieren	– erläutern mathematische Sachverhalte, Begriffe, Regeln und Verfahren (Konstruktionen, Rechenverfahren, Algorithmen) mit eigenen Worten und geeigneten Fachbegriffen
Kommunizieren	– vergleichen und bewerten Lösungswege, Argumentationen und Darstellungen
Präsentieren	– präsentieren Lösungswege in kurzen, vorbereiteten Beiträgen
Vernetzen	– geben Ober- und Unterbegriffe an und führen Beispiele und Gegenbeispiele als Beleg an (z.B. Proportionalität, Viereck)
Begründen	– nutzen mathematisches Wissen für Begründungen auch in mehrschrittigen Argumentationen, führen einfache Beweise durch (z. B. beim Satz des Pythagoras)

Problemlösen – Probleme erfassen, erkunden und lösen

Die Schülerinnen und Schüler ...

Erkunden	<ul style="list-style-type: none"> – untersuchen Muster und Beziehungen bei Zahlen und Figuren und stellen Vermutungen auf
Lösen	<ul style="list-style-type: none"> – nutzen Algorithmen und Kalküle zum Lösen mathematischer Standardaufgaben und bewerten ihre Praktikabilität – planen und beschreiben ihre Vorgehensweise zur Lösung eines Problems – überprüfen bei einem Problem die Möglichkeit mehrerer Lösungen oder Lösungswege – wenden die Problemlösestrategien „Zurückführen auf Bekanntes“, „Spezialfälle finden“ und „Verallgemeinern“ an – nutzen verschiedene Darstellungsformen (Tabellen, Skizzen, Gleichungen) zur Problemlösung
Reflektieren	<ul style="list-style-type: none"> – überprüfen und bewerten Ergebnisse durch Plausibilitätsüberlegungen, Überschlagsrechnungen oder Skizzen – überprüfen Lösungswege auf Richtigkeit und Schlüssigkeit – vergleichen verschiedene Lösungswege eines Problems

Modellieren – Modelle erstellen und nutzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

Strukturieren	<ul style="list-style-type: none"> – strukturieren einfache Realsituationen und isolieren die für die Fragestellung relevanten mathematisch fassbaren Aspekte
Mathematisieren	<ul style="list-style-type: none"> – übersetzen einfache Realsituationen in mathematische Modelle (Zuordnungen, Terme, lineare und quadratische Funktionen, geometrische Darstellungen, Diagramme, Gleichungen, lineare Gleichungssysteme, Zufallsversuche)
Validieren	<ul style="list-style-type: none"> – überprüfen die im mathematischen Modell gewonnenen Lösungen an der Realsituation und verändern ggf. das Modell
Realisieren	<ul style="list-style-type: none"> – ordnen einem mathematischen Modell (geometrische Figur, Tabelle, Graph, Gleichung, lineares Gleichungssystem, lineare und quadratische Funktionen) eine passende Realsituation zu

Inhaltsbezogene Kompetenzen

<i>Arithmetik / Algebra – mit Zahlen und Symbolen umgehen</i>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Ordnen	<ul style="list-style-type: none"> – vergleichen rationale Zahlen und ordnen sie verschiedenen Zahlenmenge zu
Beschreiben	<ul style="list-style-type: none"> – beschreiben inner- und außermathematische Zusammenhänge mit Variablen, Terme, Gleichungen und Gleichungssysteme – erfassen Beziehungen zwischen Größen durch Tabellenkalkulation und nutzen dies für Berechnungen
Operieren	<ul style="list-style-type: none"> – führen Grundrechenarten aus für rationale Zahlen – führen verständlich Berechnungen mit dem Taschenrechner durch – berechnen Prozentwert, Prozentsatz und Grundwert in Sachzusammenhängen (u.a. Zinsrechnung) und wenden die Prozentrechnung flexibel an (auch mit Tabellenkalkulation) – fassen Terme (auch mit Summen) zusammen, multiplizieren sie aus, faktorisieren sie und nutzen binomische Formeln – lösen lineare Gleichungen und lineare Gleichungssysteme mit zwei Variablen durch Probieren, algebraisch und graphisch und überprüfen die Ergebnisse – berechnen und überschlagen Quadratwurzeln einfacher Zahlen im Kopf
Anwenden	<ul style="list-style-type: none"> – verwenden ihre Kenntnisse über rationale Zahlen und lineare Gleichungen und –systeme zum Lösen inner- und außermathematischer Probleme
<i>Geometrie – ebene und räumliche Strukturen nach Maß und Form erfassen</i>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Erfassen	<ul style="list-style-type: none"> – benennen und charakterisieren rechtwinklige, gleichschenklige und gleichseitige Dreiecke, Parallelogramme, Rauten, Trapeze und regelmäßige Vielecke und identifizieren sie in ihrer Umwelt – identifizieren Ähnlichkeitsbeziehungen in geometrischen Konstellationen und nutzen diese zur Berechnung von Größen
Erkunden	<ul style="list-style-type: none"> – verwenden dynamische Geometriesoftware zum Erkunden geometrischer Zusammenhänge, z. B. der Winkelsätze, besonderes Punkte im Dreieck, des Satzes des Thales oder Ähnlichkeitsbeziehungen

Konstruieren	<ul style="list-style-type: none"> – konstruieren Mittelsenkrechten und Winkelhalbierende mit Zirkel und Lineal und Dynamischer Geometriesoftware, konstruieren Dreiecke aus gegebenen Winkel- und Seitenmaßen – vergrößern und verkleinern einfache Figuren maßstabsgetreu – skizzieren Schrägbilder und Netze von Prismen
Messen	<ul style="list-style-type: none"> – berechnen und schätzen Flächeninhalte von Dreiecken, Parallelogrammen und von daraus zusammengesetzten Figuren – bestimmen Oberflächen und Volumina von Prismen
Anwenden	<ul style="list-style-type: none"> – nutzen Neben-, Scheitel- und Stufenwinkel und den Winkelsummensatz für Dreiecke zur Lösung von mathematischen Problemen – erfassen und begründen Eigenschaften von Figuren mit Hilfe von Symmetrie oder Kongruenz oder Ähnlichkeit – wenden den Satz des Pythagoras bei Konstruktionen, Berechnungen und Beweisen an

Funktionale Zusammenhänge – Beziehungen und Veränderung beschreiben und erkunden

Die Schülerinnen und Schüler ...

Darstellen	<ul style="list-style-type: none"> – stellen funktionale Zusammenhänge (auch lineare und quadratische) in eigenen Worten, in Wertetabellen, als Graphen und in Termen dar – wechseln zwischen diesen Darstellungen und benennen Vor-, Nachteile und Grenzen der einzelnen Darstellungsarten
Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> – interpretieren Graphen verschiedener funktionaler Zusammenhänge und Terme linearer Funktionen – deuten die Parameter der Termdarstellungen von linearen und quadratischen Funktionen in der graphischen Darstellung und nutzen dies in Anwendungssituationen
Erkunden	<ul style="list-style-type: none"> – erkunden und beschreiben (auch mit Tabellenkalkulationen) proportionale und antiproportionale, lineare und nicht lineare sowie quadratische Sachzusammenhänge (auch mit Tabellenkalkulation) und stellen Vermutungen auf – erkunden Eigenschaften von linearen und quadratischen Funktionen (auch mit Tabellenkalkulation) und stellen Vermutungen auf
Anwenden	<ul style="list-style-type: none"> – nutzen lineare und quadratische Funktionen und ihre Eigenschaften zur Bearbeitung außer- und innermathematischer Problemstellungen – grenzen lineare und quadratische Zusammenhänge voneinander ab

Stochastik – mit Daten und Zufall arbeiten

Die Schülerinnen und Schüler ...

Erheben	<ul style="list-style-type: none"> – planen Datenerhebungen, führen sie durch und nutzen zur Erfassung der Daten auch Tabellenkalkulationen
Darstellen	<ul style="list-style-type: none"> – erfassen mehrstufige Zufallsexperimente mit Hilfe von Baumdiagrammen – stellen Häufigkeitsverteilungen im Säulen- und Kreisdiagramm und Boxplots dar und lesen sie
Auswerten / Analysieren	<ul style="list-style-type: none"> – bestimmen absolute und relative Häufigkeiten – benutzen relative Häufigkeiten von langen Versuchsreihen zur Schätzung von Wahrscheinlichkeiten – bestimmen Wahrscheinlichkeiten bei Zufallsexperimenten mit Hilfe der Laplace-Regel, bei mehrstufigen mit Hilfe der Pfadregeln – verwenden Zufallsversuche zur Simulation zufälliger Erscheinungen in alltäglichen Situationen – berechnen und interpretieren Mittelwert, Zentralwert und Spannweite, Quartile zu Häufigkeitsverteilungen und verwenden sie zur Darstellung als Boxplots
Beurteilen / Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> – nutzen Wahrscheinlichkeiten zur Beurteilung von Chancen und Risiken und zur Schätzung von Häufigkeiten (z.B. in Spielsituationen) – analysieren graphische statistische Darstellungen kritisch und erkennen Manipulationen

3.3 Anforderungen am Ende der Jahrgangsstufe 10

Prozessbezogene Kompetenzen

<i>Argumentieren und Kommunizieren</i>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Lesen	– ziehen Informationen aus einfachen authentischen Texten (z.B. Zeitungsberichten) und mathematischen Darstellungen und analysieren die Aussagen
Verbalisieren	– geben Informationen aus einfachen mathemathikhaltigen Darstellungen (Text, Bild, Tabelle, Graph) in eigenen Worten wieder, strukturieren und bewerten sie – erläutern mathematische Zusammenhänge und Einsichten mit eigenen Worten und präzisieren sie mit geeigneten Fachbegriffen
Kommunizieren	– überprüfen und bewerten eigene Problembearbeitungen und die anderer
Präsentieren	– präsentieren Problembearbeitungen in vorbereiteten Vorträgen und wählen dazu geeignete Medien aus (auch elektronische Medien)
Vernetzen	– systematisieren Begriffe und Verfahren (z.B.: Zusammenhänge zwischen formalen Eigenschaften von Funktionstypen; Welche Dreiecksberechnungen können wir durchführen?)
Begründen	– bauen mehrschrittige Argumentationsketten auf, analysieren und bewerten diese – kombinieren mathematisches Wissen für Begründungen und Argumentationsketten und nutzen dabei auch formale und symbolische Elemente und Verfahren

<i>Problemlösen – Probleme erfassen, erkunden und lösen</i>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Erkunden	– zerlegen Probleme in Teilprobleme (z. B. beim geschickten Zählen und kombinatorischen Überlegungen) – Erkunden mathematische Probleme unter Verwendung mathematischer Werkzeuge (Tabellenkalkulation, Geometriesoftware, evtl. Funktionenplotter und Computeralgebrasysteme) und stellen Vermutungen auf
Lösen	– wenden die Problemlösestrategien „Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten“ an – wenden gelernte Standardverfahren und Problemlösestrategien flexibel an
Reflektieren	– vergleichen Lösungswege und Problemlösestrategien und bewerten sie

<i>Modellieren – Modelle erstellen und nutzen</i>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Mathematisieren	– übersetzen Realsituationen (z. B. verschiedene Wachstumsprozesse) in mathematische Modelle (Tabellen, Graphen, Terme für Funktionen und Folgen)
Validieren	– analysieren, vergleichen und bewerten verschiedene mathematische Modelle für eine Realsituation – variieren Modelle zu gegebener Realsituation
Realisieren	– geben zu einem mathematischen Modell (z. B. lineare und exponentielle Funktionen) eine passende Realsituation an

Inhaltsbezogene Kompetenzen

<i>Arithmetik / Algebra – mit Zahlen und Symbolen umgehen</i>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
Darstellen	– lesen und schreiben Zahlen in Zehnerpotenz-Schreibweise und erläutern die Potenzschreibweise mit ganzzahligen Exponenten
Beschreiben	– beschreiben inner- und außermathematische Zusammenhänge und Prozesse mit Variablen, Termen, Gleichungen und Gleichungssystemen
Operieren	– wenden das Radizieren als Umkehren des Potenzierens mit Stammbrüchen an – lösen quadratische Gleichungen – lösen exponentielle Gleichungen der Form $b^x=c$ näherungsweise durch Probieren und verwenden das Logarithmieren als Umkehroperation des Potenzierens unter Einsatz des Taschenrechners
Anwenden	– verwenden ihre Kenntnisse über quadratische und exponentielle Gleichungen zum Lösen inner- und außermathematischer Probleme
Systematisieren	– unterscheiden rationale und irrationale Zahlen – nennen inner- und außermathematische Gründe und Beispiele für die Zahlbereichserweiterung von den rationalen zu den reellen Zahlen – erläutern die Approximation von irrationalen Zahlen, z. B. durch Intervallschachtelung und nutzen dazu einen intuitiven Grenzwertbegriff

Geometrie – ebene und räumliche Strukturen nach Maß und Form erfassen

Die Schülerinnen und Schüler ...

Erfassen	– benennen und charakterisieren Körper (Zylinder, Pyramiden, Kegel, Kugeln) und identifizieren sie in ihrer Umwelt
Konstruieren	– skizzieren Schrägbilder, entwerfen Netze von Zylindern, Pyramiden und Kegeln und stellen die Körper her
Messen	– schätzen und bestimmen Umfänge und Flächeninhalte von Kreisen und zusammengesetzten Figuren sowie Oberflächen und Volumina von Zylindern, Pyramiden, Kegeln, Kugeln und zusammengesetzten Körpern
Anwenden	– berechnen geometrische Größen und verwenden dazu die Definitionen von Sinus, Kosinus und Tangens

Funktionale Zusammenhänge – Beziehungen und Veränderung beschreiben und erkunden

Die Schülerinnen und Schüler ...

Darstellen	<ul style="list-style-type: none"> – stellen lineare, quadratische, exponentielle und trigonometrische funktionale Zusammenhänge und in eigenen Worten, in Wertetabellen, mit Graphen und in Termen dar – wechseln zwischen verschiedenen Darstellungen (auch rechnergestützt) und benennen Vor- und Nachteile sowie Grenzen der einzelnen Darstellungsarten.
Interpretieren	<ul style="list-style-type: none"> – deuten die Parameter der symbolischen Darstellungen von linearen, quadratischen und exponentiellen Funktionen inhaltlich und in der graphischen Darstellung und nutzen dies (auch rechnergestützt) zur Modellierung in Anwendungssituationen – deuten und nutzen mittlere und lokale Änderungsraten in diskreten und kontinuierlichen Prozessen, die als Tabelle, Graph oder Term vorliegen – beschreiben und interpretieren die Ableitung als lokale Änderungsrate und als Tangentensteigung, berechnen diese auch rechnergestützt und erläutern sie an Beispielen – ermitteln Ableitungsfunktionen durch graphisches Differenzieren und deuten sie in Sachzusammenhängen
Erkunden	<ul style="list-style-type: none"> – erkunden Wachstumsvorgänge mit Hilfe verschiedener Modelle, auch diskret durch Folgen und stellen Vermutungen auf – erkunden rechnergestützt die Eigenschaften von Funktionen (z. B. die Bedeutung von Parametern in Termdarstellungen) und stellen Vermutungen auf

Anwenden	<ul style="list-style-type: none"> – identifizieren charakterisierende Eigenschaften linearer, quadratischer, exponentieller und trigonometrischer Funktionen in Graphen, Termen und Sachzusammenhängen – nutzen lineare, quadratische und exponentielle Funktionen und ihre Eigenschaften zur Bearbeitung außer- und innermathematischer Problemstellungen an (z. B. Zinseszins) – deuten und nutzen mittlere und lokale Änderungsraten in Sachzusammenhängen, z. B. für Wachstumsprozesse – verwenden einen anschaulichen Grenzwertbegriff im Zusammenhang mit Wachstumsprozessen und dem Finden lokaler Änderungsraten als Grenzwert mittleren Änderungsraten – nutzen mathematische Konzepte wie Extrem- und Wendestellen, Symmetrie, Asymptoten, um funktionale Zusammenhänge und ihre markanten Punkte und charakteristischen Eigenschaften qualitativ zu erfassen
----------	---

Stochastik – mit Daten und Zufall arbeiten

Die Schülerinnen und Schüler ...

Darstellen	– nutzen Darstellungen wie die Diagramme und Vierfeldertafel zur Strukturierung statistischer Aussagen
Auswerten / Analysieren	<ul style="list-style-type: none"> – nutzen kombinatorische Überlegungen für geschicktes Zählen – nutzen die Kenntnisse über mehrstufige Zufallsexperimente, um statistische Aussagen in authentischen Texten zu interpretieren und zu beurteilen (etwa Gesundheitstests mit Vierfeldertafel oder Pfadregeln)

4. Leistungsbeurteilung

Die Dokumentation und Beurteilung der individuellen Entwicklung des Lern- und Leistungsstandes der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt nicht nur die Produkte sondern auch die Prozesse schulischen Lernens und Arbeitens. Leistungsbeurteilung dient der Rückmeldung für Lernende, Erziehungsberechtigte und Lehrkräfte. Sie ist eine Grundlage verbindlicher Beratung sowie der Förderung der Schülerinnen und Schüler.

Grundsätze der Leistungswertung:

- Bewertet werden die im Unterricht und für den Unterricht erbrachten Leistungen der Schülerinnen und Schüler.
- Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Unterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, wie sie in den „Anforderungen“ (Standards) beschrieben sind. Es müssen sowohl prozessbezogene als auch inhaltsbezogene Kompetenzen berücksichtigt werden.
- Leistungsbewertung muss für Schülerinnen und Schüler sowie Erziehungsberechtigte transparent sein, die Kriterien der Leistungsbewertung müssen zu Beginn des Beurteilungszeitraums bekannt sein.
- Die Kriterien für die Leistungsbeurteilung und die Gewichtung zwischen den Beurteilungsbereichen werden in der Fachkonferenz festgelegt.

Die beiden notwendigen Beurteilungsbereiche sind:

1. Schriftliche Arbeiten unter Aufsicht und ihnen gleichgestellte Arbeiten
2. Laufende Unterrichtsarbeit.

Bei der Festsetzung der Noten werden zunächst für die beiden Bereiche Noten festgelegt, danach werden beide Bereiche angemessen zusammengefasst. Die Noten dürfen sich nicht überwiegend auf die Ergebnisse des ersten Beurteilungsbereichs stützen.

Schriftliche Arbeiten unter Aufsicht

Schriftliche Arbeiten unter Aufsicht dienen der Überprüfung der Lernergebnisse eines Unterrichtsabschnittes. Weiter können sie zur Unterstützung kumulativen Lernens auch der Vergewisserung über die Nachhaltigkeit der Lernergebnisse zurückliegenden Unterrichts dienen. Sie geben Aufschluss über das Erreichen der Ziele des Unterrichts.

Laufende Unterrichtsarbeit

Dieser Beurteilungsbereich umfasst alle von den Schülerinnen und Schülern außerhalb der schriftlichen Arbeiten unter Aufsicht und den ihnen gleichgestellten Arbeiten erbrachten Unterrichtsleistungen wie

- mündliche und schriftliche Mitarbeit,
- Arbeitsprodukte aus dem Unterricht wie Lerntagebücher oder Portfolios
- Hausaufgaben,
- längerfristig gestellte häusliche Arbeiten (z.B. Referate oder kleinere Facharbeiten)
- Gruppenarbeit

und

- Mitarbeit in Unterrichtsprojekten (Prozess - Produkt - Präsentation).

Anhang

Liste der Operatoren

Die in den zentralen schriftlichen Abituraufgaben verwendeten Operatoren (Arbeitsaufträge) werden in der folgenden Tabelle definiert und inhaltlich gefüllt.

Neben Definitionen und Beispielen enthält die Tabelle auch Zuordnungen zu den Anforderungsbereichen I, II und III (s. EPA Mathematik in der Fassung von 2002), wobei die konkrete Zuordnung auch vom Kontext der Aufgabenstellung abhängen kann und eine scharfe Trennung der Anforderungsbereiche nicht immer möglich ist.

Operatoren	Definitionen	Beispiele
Angeben, nennen I	Ohne nähere Erläuterungen und Begründungen, ohne Lösungsweg aufzählen	Geben Sie drei Punkte an, die in der x, y -Ebene liegen. Nennen Sie drei weitere Beispiele zu ...
Berechnen I	Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend durch Rechenoperationen gewinnen mit oder ohne GTR, CAS	Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit des Ereignisses.
Erstellen I	Einen Sachverhalt in übersichtlicher, meist fachlich üblicher oder vorgegebener Form darstellen	Erstellen Sie eine Wertetabelle für die Funktion.
Beschreiben I – II	Sachverhalt oder Verfahren in Textform unter Verwendung der Fachsprache in vollständigen Sätzen in eigenen Worten wiedergeben (hier sind auch Einschränkungen möglich: "Beschreiben Sie in Stichworten").	Beschreiben Sie den Bereich möglicher Ergebnisse. Beschreiben Sie, wie Sie dieses Problem lösen wollen, und führen Sie danach Ihre Lösung durch.
Skizzieren I – II	Die wesentlichen Eigenschaften eines Objektes graphisch darstellen (auch Freihandskizze möglich)	Skizzieren Sie die gegenseitige Lage der drei Körper.
Zeichnen, graphisch darstellen I – II	Eine hinreichend exakte graphische Darstellung auf der Grundlage von Punktkoordinaten oder konkreter Funktionseigenschaften anfertigen	Zeichnen Sie den Graphen der Funktion. Stellen Sie die Punkte und Geraden im Koordinatensystem mit den gegebenen Achsen dar.
Entscheiden II	Bei Alternativen sich begründet und eindeutig auf eine Möglichkeit festlegen.	Entscheiden Sie, welche der Ihnen bekannten Verteilungen auf die Problemstellung passt.
Erläutern II	Die Gründe für etwas angeben und verständlich darstellen	Erläutern Sie den Verlauf des Graphen von F in Abhängigkeit vom Verlauf des Graphen von f ($F' = f$)
Untersuchen II	Sachverhalte nach bestimmten, fachlich üblichen bzw. sinnvollen Kriterien darstellen	Untersuchen Sie die Funktion ... Untersuchen Sie, ob die Verbindungskurve ohne Knick in die Geraden einmündet.

Operatoren	Definitionen	Beispiele
Veranschaulichen II	Mathematische Sachverhalte oder berechnete Werte z. B. durch Schraffuren, Baumdiagramme etc anschaulich darstellen	Veranschaulichen Sie den Wert des bestimmten Integrals in der Abbildung des Graphen von f .
Begründen II – III	Einen angegebenen Sachverhalt auf Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen. Hierbei sind Regeln und mathematische Beziehungen zu nutzen und mit kommentierenden Text anzugeben.	Begründen Sie, dass die Funktion nicht mehr als drei Wendestellen aufweisen kann. Begründen Sie die Zurückweisung der Hypothese.
Bestimmen, ermitteln II – III	Einen möglichen Lösungsweg darstellen und das Ergebnis formulieren (die Wahl der Mittel kann unter Umständen eingeschränkt sein).	Ermitteln Sie graphisch den Schnittpunkt. Bestimmen Sie aus diesen Werten die Koordinaten der beiden Punkte.
Herleiten II – III	Die Entstehung oder Ableitung eines gegebenen oder beschriebenen Sachverhalts oder einer Gleichung aus anderen oder aus allgemeineren Sachverhalten darstellen	Leiten Sie die gegebene Formel her.
Interpretieren II – III	Die Ergebnisse einer mathematischen Überlegung rückübersetzen auf das ursprüngliche Problem	Interpretieren Sie: Was bedeutet Ihre Lösung für die ursprüngliche Frage?
Vergleichen II – III	Nach vorgegebenen oder selbst gewählten Gesichtspunkten Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln und darstellen	Vergleichen Sie verschiedene Lösungsmöglichkeiten
Zeigen, nachweisen II – III	Eine Aussage, einen Sachverhalt nach gültigen Schlussregeln, Berechnungen, Herleitungen oder logischen Begründungen bestätigen	Zeigen Sie, dass das betrachtete Viereck ein Drachenviereck ist.
Beurteilen, Folgerungen ziehen III	Zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen.	Beurteilen Sie, welche der beiden vorgeschlagenen modellierenden Funktionen das ursprüngliche Problem besser darstellt.
Beweisen, widerlegen III	Beweisführung im mathematischen Sinne unter Verwendung von bekannten mathematischen Sätzen, logischer Schlüsse und Äquivalenzumformungen, ggf. unter Verwendung von Gegenbeispielen	Beweisen Sie, dass die Gerade auf sich selbst abgebildet wird.