

SCHULCURRICULUM

Mathematik

Qualifikationsphase (Jahrgangsstufen 11 und 12)

August 2016



Vorwort

Das vorliegende Curriculum wurde von der regionalen Abituraufgabenkommission Mathematik im Auftrag der pädagogischen Beiräte der Regionen Ostasien und Südostasien erarbeitet auf der Basis des Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe an Deutschen Auslandsschulen. Die aufgelisteten inhaltsbezogenen Kompetenzen und zugeordneten Inhalte sind verbindlich zu unterrichten. Die fächerübergreifenden Hinweise und diejenigen zum Methodencurriculum müssen von den Schulen individuell an die Bedürfnisse angepasst eingearbeitet werden.

Das Curriculum bildet Kompetenzen und Inhalte auf einem erhöhten Anforderungsniveau ab.

Stand: 25.08.2016



Vorbemerkung¹

Der Auftrag einer zeitgemäßen schulischen Bildung geht über die Vermittlung von Wissen hinaus. Er zielt auf Persönlichkeitsentwicklung und Weltorientierung, die sich aus der Begegnung und Beschäftigung mit zentralen Aspekten des kulturellen Lebens ergeben. Schülerinnen und Schüler sollen in die Lage versetzt werden, ihr berufliches und privates Leben verantwortungsbewusst zu gestalten und am kulturellen, gesellschaftlichen und politischen Leben teilnehmen zu können. In diesem Zusammenhang vermitteln die Lehrkräfte an den Deutschen Auslandsschulen und Deutschen Abteilungen die deutsche Sprache und Kultur sowie ein wirklichkeitsgerechtes Deutschlandbild. Unterrichtsziel ist es unter anderem, Interesse und Aufgeschlossenheit für die Kultur, die Geschichte und die Politik der Bundesrepublik Deutschland zu wecken und zur Verständigung zwischen Bürgerinnen und Bürgern des Sitzlands und Deutschlands aktiv beizutragen. Vor dem Hintergrund der Auswärtigen Kultur- und Bildungspolitik geht es in besonderem Maße um den Erwerb interkultureller und kommunikativer Kompetenz. Kompetenzen beschreiben Dispositionen zur Bewältigung bestimmter Anforderungen. Solche Kompetenzen sind fach- und lernbereichsspezifisch ausformuliert, da sie an bestimmten Inhalten erworben werden. Es gehört auch zu den Zielen schulischer Bildung, sprachliche, kommunikative, methodische, soziale und personale Kompetenz zu vermitteln. Die verschiedenen Kompetenzen stehen dabei in keinem hierarchischen Verhältnis zueinander; sie bedingen, durchdringen und ergänzen sich gegenseitig. Insbesondere in der gymnasialen Oberstufe erwerben Schülerinnen und Schüler das allgemeine und fachspezifische Wissen und Können für eine erfolgreiche Gestaltung ihrer Zukunft und werden auf Ausbildung, Studium und Beruf vorbereitet. Im Sinne einer wissenschaftspropädeutischen Bildung ist der Unterricht in der gymnasialen Oberstufe ausgerichtet auf den Erwerb fachlich-methodischer Kompetenzen und die Einführung in wissenschaftliche Fragestellungen, Modelle und Verfahren. Im Unterricht in der gymnasialen Oberstufe geht es darüber hinaus um die Beherrschung von Arbeitsweisen

¹ Entnommen aus: Kerncurriculum für die gymnasiale Oberstufe an Deutschen Auslandsschulen im Fach Mathematik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 29.04.2010 i.d.F. vom 10.09.2015)



zur systematischen Beschaffung, Strukturierung und Nutzung von Informationen und Materialien. Mittels Strategien, die Selbstständigkeit und Eigenverantwortlichkeit sowie Team- und Kommunikationsfähigkeit unterstützen, sollen die Schülerinnen und Schüler in die Lage versetzt werden, in zunehmender Weise Verantwortung für ihr Handeln zu übernehmen. Diese Zielsetzungen machen es erforderlich, dass Lehrkräfte sich im Sinne eines zeitgemäßen Unterrichts intentional und auf die Bedürfnisse der jeweiligen Situation und Lerngruppe bezogen für die richtigen Arbeits- und Unterrichtsformen entscheiden.

Das vorliegende Schulcurriculum im Fach Mathematik bildet Kompetenzen und Inhalte auf einem erhöhten Anforderungsniveau ab. Der Unterricht in diesen Fächern hat eine wissenschaftspropädeutische Bildung zum Ziel, die exemplarisch vertieft wird. Das Anforderungsniveau kann aus den Einheitlichen Anforderungen für die Abiturprüfung (EPA), den „Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife“ und aus darin veröffentlichten Musteraufgaben abgeleitet werden.

1. Fachpräambel²

Zentrale Aufgaben des Faches Mathematik an Deutschen Schulen im Ausland

Der Mathematikunterricht in der Oberstufe orientiert sich an vier zentralen Zielen:

- Die Schülerinnen und Schüler erwerben mathematische Kompetenzen, mit denen sie Situationen des Alltags, des gesellschaftlichen Lebens und ihres zukünftigen Berufsfeldes bewältigen können.
- Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Bedeutung, die der Mathematik und dem mathematischen Denken in der Welt zukommt und erhalten so die Möglichkeit, ihren Wert schätzen zu lernen. Die Schülerinnen und Schüler erwerben Kompetenzen, die sie für ein Hochschulstudium, insbesondere in mathematiknahen Studiengängen

² ebenda



benötigen. Sie rekonstruieren dabei in propädeutischer Weise Strukturen und Prozesse wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens.

- Die Schülerinnen und Schüler erwerben Kompetenzen, um mathematische Probleme zu lösen. Dabei entwickeln sie Techniken und Strategien, die auch außerhalb der Mathematik von Bedeutung sind.
- Der Erwerb von Kompetenzen umfasst neben dem Aufbau von Fähigkeiten und Fertigkeiten auch die Entwicklung der Bereitschaft, diese Fähigkeiten und Fertigkeiten für ein wirksames und verantwortliches Handeln einzusetzen.

Zur mathematischen Bildung gehört somit auch die Fähigkeit, mathematische Fragestellungen im Alltag zu erkennen, mathematisches Wissen und Können funktional und flexibel zur Bearbeitung vielfältiger Probleme einzusetzen und unter Beachtung der Möglichkeiten und Grenzen der Mathematik begründete Urteile abzugeben. Diese gegenüber früheren Bildungsplänen erhöhten Anforderungen gehen einher mit einer geringeren Betonung formaler Fertigkeiten. Dies wird ermöglicht durch den reflektierten Einsatz von elektronischen Rechenhilfsmitteln. Grafikfähige Taschenrechner, Rechner mit Computeralgebrasystemen und anderen Programmen wie Tabellenkalkulation oder Simulationssoftware können als Hilfsmittel dienen, aber auch als didaktisches Werkzeug und als Anregung, sich selbstständig und produktiv mit mathematischen Problemen zu befassen.

Kompetenzerwerb im Fach Mathematik

Die folgenden Standards im Fach Mathematik benennen sowohl allgemeine als auch inhaltsbezogene mathematische Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler in aktiver Auseinandersetzung mit vielfältigen mathematischen Inhalten und Aufgabenstellungen im Unterricht erwerben sollen.

Bei den allgemeinen mathematischen Kompetenzen handelt es sich um

- mathematisch argumentieren
- Probleme mathematisch lösen
- mathematisch modellieren
- mathematische Darstellungen verwenden



- mit Mathematik symbolisch/formal/technisch umgehen
- kommunizieren über Mathematik und mithilfe der Mathematik

Die inhaltsbezogenen mathematischen Kompetenzen sind geordnet nach den Leitideen

- Algorithmus und Zahl
- Messen
- Raum und Form
- funktionaler Zusammenhang
- Daten und Zufall

Durch die Gestaltung des Unterrichts erwerben die Schülerinnen und Schüler parallel zu den allgemeinen und den inhaltlichen mathematischen Kompetenzen auch methodisch strategische, sozial-kommunikative und personale Kompetenzen.



Didaktische Prinzipien

Der Mathematikunterricht in der Qualifikationsphase ist gekennzeichnet durch eine zunehmende Wissenschaftsorientierung und schafft so die Voraussetzungen für ein erfolgreiches Studium. Die Schülerinnen und Schüler lernen, Begriffe präzise zu definieren, komplexere Verfahren zu entwickeln und anzuwenden sowie aufwändigere Beweise nachzuvollziehen und auch selbst durchzuführen.

Im Unterricht werden vermehrt Phasen des selbstständigen Erarbeitens von Basiswissen und Basisfertigkeiten, Phasen des kooperativen Lernens und Phasen mit offeneren Problemstellungen bis hin zum projektorientierten Unterricht eingeplant. Die Schülerinnen und Schülern erwerben dabei personale Kompetenzen wie Durchhaltevermögen und Selbstkritik, sozial-kommunikative Kompetenzen wie Arbeiten im Team sowie methodisch-strategische Kompetenzen wie Arbeitsplanung und Präsentation von Sachverhalten und Lösungswegen in schriftlicher und mündlicher Form.

Zur Bearbeitung komplexerer Fragestellungen stehen den Schülerinnen und Schülern elektronische Rechenhilfsmittel und Formelsammlungen zur Verfügung, elementare Aufgabenstellungen müssen aber auch ohne diese Hilfsmittel bearbeitet werden können.

Zentrale Leitideen in der Qualifikationsphase sind der „funktionale Zusammenhang“ und die „mathematische Modellierung“. Die Funktionskompetenz der Schülerinnen und Schüler erfährt hier eine wesentliche Erweiterung und Vertiefung durch Einführung neuer Funktionsklassen, neuer Begriffe und neuer Verfahren, die zur Modellierung von Sachverhalten innerhalb und außerhalb der Mathematik verwendet werden.



2. Zu erwerbende Kompetenzen und Inhalte in der Qualifikationsphase

Kompetenzen:	Inhaltsbezogene mathematische Kompetenzen gegliedert nach den fünf zentralen Leitideen
Themen/Inhalte:	den Kompetenzen zugeordnete Inhalte/Themengebiete. Die Nummerierung schreibt keine verbindliche Abfolge vor. Fakultative/schulinterne Inhalte sind grau hinterlegt.
Zeit:	Richtwert der Unterrichtszeit in Unterrichtsstunden pro In- haltsgebiet ohne fakultative Inhalte

Schulspezifische Ergänzungen
und Hinweise zum Methodencurriculum



Kompetenzen Die Schülerinnen und Schüler können...	Inhalte	Zeit [h]	Schulspezifische Ergänzungen und Hinweise zum Methoden-curriculum
<p>Leitidee Algorithmus und Zahl</p> <ul style="list-style-type: none"> den Grenzwertbegriff verstehen und erläutern. Grenzwerte auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffes bestimmen (kein rechnerischer Nachweis eines Grenzwertes über Epsilon-Umgebungen erforderlich). <p>Leitidee Funktionaler Zusammenhang</p> <ul style="list-style-type: none"> diskrete Zusammenhänge beschreiben. 	<p>1. Grenzwerte</p> <p>1.1 Definition von Zahlenfolgen</p> <p>1.2 Explizite und rekursive Darstellung von Zahlenfolgen</p> <p>1.3 Monotonie, Beschränktheit und Grenzwert von Zahlenfolgen</p> <p>1.4 Grenzwerte von Funktionen</p> <p>1.5 Eulersche Zahl als Grenzwert</p>	10	
<p>Leitidee funktionaler Zusammenhang</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Ableitung mithilfe der Approximation durch lineare Funktionen deuten zusammengesetzte Funktionen ableiten. besondere Eigenschaften von Funktionen rechnerisch und mithilfe des WTR/GTR bestimmen. 	<p>2. Ableitungen</p> <p>2.1 Höhere Ableitungen</p> <p>2.2 Produktregel,</p> <p>2.3 Kettenregel</p> <p>Anwendungen der Differentialrechnung:</p> <p>2.4 Extrempunkte und Wendepunkte</p>	25	Quotientenregel



<ul style="list-style-type: none"> • inner- und außermathematische Sachverhalte auch in komplexeren Zusammenhängen mathematisch modellieren. 	2.5 Extremwertprobleme		
<p>Leitidee funktionaler Zusammenhang</p> <ul style="list-style-type: none"> • in einfachen Fällen Stammfunktionen bestimmen und mittels Stammfunktionen integrieren <p>Leitidee Messen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flächeninhalte und Rauminhalte bei krummlinig begrenzten Flächen und Körpern bestimmen. • Bestände aus gegebenen mittleren und momentanen Änderungsraten konstruieren. 	<p>3. Integralrechnung</p> <p>3.1 Bestimmtes Integral</p> <p>3.2 Stammfunktionen für die Grundfunktionen der Funktionsklassen lt. 4.2</p> <p>3.3 Integrale, Integralfunktionen und Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung inkl. geometrisch-anschauliche Begründung</p> <p>3.4 Integrationsverfahren (konstanter Faktor, Summe, lineare Substitution), näherungsweise Berechnung von Integralen</p> <p>Anwendungen der Integralrechnung</p> <p>3.5 Inhalte von Flächen unterhalb eines Graphen und zwischen zwei Graphen, Volumina von Rotationskörpern, die um die x-Achse rotieren)</p>	40	<p>den Grenzwertaspekt des Integrals verstehen und erläutern.</p> <p>partielle Integration</p> <p>nichtlineare Substitution</p>



	3.6. Flächen und Körper, die ins Unendliche reichen		
<p>Leitidee funktionaler Zusammenhang</p> <ul style="list-style-type: none"> • einfache Graphen von Hand skizzieren, für exakte Zeichnungen Hilfsmittel einsetzen. • charakteristische Eigenschaften von Funktionen bestimmen. • inner- und außermathematische Sachverhalte auch in komplexeren Zusammenhängen mathematisch modellieren. 	<p>4. Eigenschaften von Funktionen</p> <p>4.1 Einfache zusammengesetzte Funktionen (Summe, Differenz, Produkt, Quotient, Verkettung)</p> <p>4.2 Untersuchung folgender Funktionenklassen</p> <p>ganzrationale Funktionen,</p> <ul style="list-style-type: none"> - natürliche Exponentialfunktion - natürliche Logarithmusfunktion <p>auf die folgenden charakteristischen Eigenschaften in verschiedenen Kontexten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gemeinsame Punkte mit den Koordinatenachsen - Punktsymmetrie zum Ursprung, - Symmetrie zur y-Achse, - Monotonie (Extrempunkte) - Krümmung (Wendepunkte) - Grenzwerte von Funktionen 	50	<p>z. B. allgemeine Achsen- und Punktsymmetrie</p> <p>Ortskurven</p>



	<p>- Verhalten von Funktionen an den Rändern der Definitionsmenge; senkrechten und waagrechten Asymptoten</p> <p>(An eine vollständige, systematische Funktionsuntersuchung als eigenständige Aufgabe ist dabei nicht gedacht.)</p> <p>4.3 Funktionsanpassung/Rekonstruktionen</p> <p>4.4 Näherungsverfahren zur Bestimmung von Nullstellen</p> <p>4.5 Funktionenscharen</p>		
<p>Leitidee funktionaler Zusammenhang</p> <ul style="list-style-type: none"> • inner- und außermathematische Sachverhalte auch in komplexeren Zusammenhängen mathematisch modellieren. 	<p>5. Wachstum</p> <p>5.1 Differenzialgleichungen für exponentielles und beschränktes Wachstums</p>	15	<p>5.2 Modellierung des logistischen Wachstums</p>
<p>Leitidee Form und Raum</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme, können sie anwenden (auch mit Rechenhilfsmitteln) und die Ergebnisse geometrisch interpretieren. 	<p>6. Lineare Gleichungssysteme</p> <p>6.1 Lösen linearer Gleichungssysteme inkl. Gauß-Verfahren</p>	10	



<p>Leitidee Algorithmus und Zahl</p> <ul style="list-style-type: none"> • einfache Sachverhalte mit Tupeln oder Matrizen beschreiben. 	<p>6.2 Anwendungen linearer Gleichungssysteme außerhalb der Geometrie</p>		
<p>Leitidee Form und Raum</p> <ul style="list-style-type: none"> • geometrische Objekte im Raum vektoriell bzw. analytisch beschreiben und ihre Lagebeziehungen untersuchen. <p>Leitidee Messen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Längen, Abstände, Winkelgrößen, Flächeninhalte und Rauminhalte bestimmen mithilfe von Koordinaten und Vektoren 	<p>7. Vektoren</p> <p>7.1 Lineare Abhängigkeit und Unabhängigkeit von Vektoren</p> <p>7.2 Betrag eines Vektors, Skalar- und Vektorprodukt von Vektoren inkl. geometrischer Deutung, Winkel zwischen zwei Vektoren</p> <p>7.3 Flächen- und Rauminhaltsberechnungen</p>	<p>20</p>	
<p>Leitidee Raum und Form</p> <ul style="list-style-type: none"> • geometrische Objekte im Raum vektoriell beziehungsweise analytisch beschreiben und ihre Lagebeziehungen analysieren. • Eigenschaften von geometrischen Objekten und Beziehungen zwischen geometrischen Objekten beschreiben und berechnen. 	<p>8. Geraden und Ebenen</p> <p>8.1 Verschiedene Formen der Ebenengleichung: Koordinatenform, Normalenform und Parameterform</p> <p>8.2 Darstellung von Ebenen im Koordinatensystem</p> <p>8.3 Lagebeziehungen zwischen, Geraden und Ebenen (Gerade-Gerade,</p>	<p>40</p>	<p>8.5 Spiegelungen und Symmetrie</p> <p>8.6 Beweisen mit Hilfe vektorieller und analytischer Verfahren</p>



<p>Leitidee Messen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Längen, Abstände, Winkelgrößen, Flächeninhalte und Rauminhalte bestimmen mithilfe von Koordinaten und Vektoren 	<p>Gerade- Ebene, Ebene- Ebene)</p> <p>8.4 Abstand zwischen zwei Punkten, zwei Geraden (parallel oder windschief), zwischen einem Punkt und einer Geraden bzw. einer Ebene, zwischen einer Geraden und Ebene und zwei Ebenen</p> <p>8.5 Winkel zwischen Geraden, Ebenen und zwischen Gerade und Ebene</p>		
<p>Leitidee Daten und Zufall</p> <ul style="list-style-type: none"> • wichtige kombinatorische Hilfsmittel in realen Kontexten anwenden. • Zufallsexperimente mit Hilfe von diskreten und stetigen Zufallsgrößen charakterisieren. • Binomialverteilungen und Normalverteilungen in Anwendungskontexten beschreiben und nutzen. • das Aufstellen und Testen von Hypothesen in binomialen Modellen verstehen und anwenden. • Fehler 1. und 2. Art verstehen und in Anwendungssituationen berechnen (Verwendung von GTR, CAS, Tabellenkalkulation) 	<p>9. Wahrscheinlichkeit</p> <p>9.1 Abzählverfahren der Kombinatorik; grundlegende Berechnungsformeln</p> <p>9.2 Unabhängigkeit von Ereignissen und bedingte Wahrscheinlichkeit</p> <p>9.3 Definition einer Wahrscheinlichkeitsverteilung</p> <p>9.4 Bernoulli-Ketten und Binomialverteilung</p> <p>9.5 Normalverteilte Zufallsgrößen (Untersuchung stochast. Problemstellungen; Glockenform)</p>	<p>45</p>	



	9.6 Erwartungswert, Varianz und Standardabweichung auch von binomial- und normalverteilten Zufallsvariablen		
	9.7 Testen von Hypothesen: Konfidenzintervalle; Irrtumswahrscheinlichkeit; Alternativtest und Signifikanztest		

Anlagen:

- Hinweise zur Leistungsbeurteilung
- Operatorenliste der KMK
- Abiturprüfung an Deutschen Schulen im Ausland - Fachspezifische Hinweise für die Erstellung und Bewertung der Aufgabenvorschläge im Fach MATHEMATIK



Anhang zum Schulcurriculum

Hinweise zur Leistungsbewertung

Die Grundlagen der Leistungsbewertung im Fach Mathematik beschließt die Fachkonferenz Mathematik der Deutschen Auslandsschule auf der Grundlage der Beschlüsse der Gesamtkonferenz und insbesondere auf Grundlage der Richtlinien für die Ordnung zur Erlangung der Allgemeinen Hochschulreife an Deutschen Schulen im Ausland - „Deutsches Internationales Abitur“ - (§1.7) in der jeweils gültigen Fassung. Darüber hinaus werden bei der Leistungsbewertung in der Qualifikationsphase die Hinweise zu den Anforderungen in der schriftlichen Prüfung der DIA (Ordnung der deutschen internationalen Abiturprüfung an deutschen Auslandsschulen, §25) sowie die Bildungsstandards Mathematik und die Fachspezifischen Hinweise für die Erstellung und Bewertung der Aufgabenvorschläge im Fach MATHEMATIK in den jeweils gültigen Fassungen berücksichtigt

Die Ergebnisse der Halbjahresklausuren und die fortlaufend im Unterricht erbrachten Leistungen ergeben etwa zu gleichen Teilen die Punktzahl für das Halbjahreszeugnis.

Sonstige Leistungen

Die sonstigen Leistungen werden ermittelt aus den laufenden Unterrichtsbeiträgen, mündlichen Abfragen, selbständigen Präsentationen, sowie auch unangekündigten Kurztests. Die Schüler werden zu Beginn der Qualifikationsphase vom Fachlehrer hierüber informiert.

Schriftliche Leistungsnachweise

In den ersten drei Halbjahren der Qualifikationsphase werden pro Halbjahr zwei Klausuren geschrieben, im letzten Halbjahr wird eine Klausur geschrieben.

Im ersten Jahr der Qualifikationsphase beträgt die Dauer der Klausuren zwei bis drei Unterrichtsstunden, im zweiten Jahr in der Regel drei Unterrichtsstunden. Eine der



beiden Klausuren im dritten Halbjahr wird unter Prüfungsbedingungen (insbesondere über drei Zeitstunden) geschrieben.

Für die Bewertung sind sowohl die rein formale Lösung als auch das zum Ausdruck gebrachte Verständnis maßgebend. Daher sind erläuternde, kommentierende und begründende Texte unverzichtbare Bestandteile einer schriftlichen Leistung im Fach Mathematik. Mangelhafte Gliederung, Fehler in der Fachsprache, Ungenauigkeit in Zeichnungen oder unzureichende oder falsche Bezüge zwischen Zeichnungen und Texten sind als fachliche Fehler zu werten.

Formal und inhaltlich werden die Anforderungen sukzessiv an die Leistungserwartungen in der Deutschen Internationalen Abiturprüfung angepasst. Gleiches gilt für die Korrektur und Bewertung. Insbesondere ist hierbei auf eine angemessene Gewichtung der Anforderungsbereiche zu achten. Wegen des erhöhten Anforderungsniveaus gilt: „Der Schwerpunkt der zu erbringenden Prüfungsleistungen liegt im Anforderungsbereich II. Darüber hinaus sind die Anforderungsbereiche I und III zu berücksichtigen. Bei der Verteilung der Bewertungseinheiten auf die drei Anforderungsbereiche sind insbesondere die Bildungsstandards zu beachten. Danach wird ein angemessenes Niveau dann erreicht, wenn der Schwerpunkt der zu erbringenden Prüfungsleistung im Anforderungsbereich II liegt und die Anforderungsbereiche I und III berücksichtigt sind. Bis zur Abiturprüfung sind die Anforderungsbereiche II und III stärker zu akzentuieren. (Auszug aus der Ordnung der DIA).

Der Anforderungsbereich I umfasst das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang, die Verständnissicherung sowie das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.

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



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

Die „Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife“ präzisieren diese allgemeine Definition der Anforderungsbereiche, indem sie die „unterschiedliche kognitiven Ansprüche von kompetenzbezogenen mathematischen Aktivitäten“ für die sechs mathematischen Kompetenzbereiche den drei Anforderungsbereichen zuordnen.

Jede Aufgabe kann in Teilaufgaben gegliedert sein, die in Beziehung zueinander stehen sollen. Durch die Gliederung in Teilaufgaben können

- verschiedene Blickrichtungen eröffnet,
- mögliche Vernetzungen gefördert,
- Differenzierungen hinsichtlich des Anforderungsniveaus erreicht werden.

Diese Teilaufgaben sollen unabhängig voneinander lösbar sein, so dass trotz einer Fehlleistung - insbesondere am Anfang - die Bearbeitung weiterer Teile möglich bleibt. Falls erforderlich, können Zwischenergebnisse in der Aufgabenstellung enthalten sein.

Die Aufgabenstellung darf nicht so detailliert sein, dass dadurch ein Lösungsweg zwingend vorgezeichnet wird.

Folgende Arten von Aufgaben oder Teilaufgaben können vorkommen, wobei teilweise Überschneidungen möglich sind:

- Aufgaben, in denen die Ermittlung eines konkreten Einzelergebnisses gefordert wird,
- Darstellung, Erläuterung und sachgerechte Anwendung von mathematischen Begriffen und Verfahren,
- Untersuchung vorgegebener mathematischer Objekte auf ihre Eigenschaften,



- Visualisierung von Sachverhalten und mathematischen Zusammenhängen,
- Konstruktionen (z.B. Anpassung von Funktionen bzw. geometrischer Objekte),
- Problemstellungen, die eine sachgerechte Verwendung von Hilfsmitteln erfordern,
- Auswertung von Informationen,
- Herleitungen, Begründungen und Beweise,
- Modellierung von Sachverhalten,
- Interpretation, Vergleich und Bewertung von Daten, Ergebnissen, Lösungswegen oder Verfahren,
- Übertragung von Ergebnissen einer Untersuchung auf einen anderen Sachverhalt im Sinne der Vernetzung verschiedener Teilgebiete.

Für die Bewertung der schriftlichen Leistungsnachweise wird ein Erwartungshorizont mit Zuordnung der Bewertungseinheiten angefertigt. Die Note wird dabei nach der folgenden Verteilung ermittelt:

sehr gut	100% - 95 %: 15 Punkte;
	<95% - 90 %: 14 Punkte;
	<90% - 85 %: 13 Punkte;
gut	<85% - 80 %: 12 Punkte;
	<80% - 75 %: 11 Punkte;
	<75% - 70 %: 10 Punkte;



befriedigend	<70% - 65 %: 09 Punkte; <65% - 60 %: 08 Punkte; <60% - 55 % 07 Punkte;
ausreichend	<55% - 50 %: 06 Punkte; <50% - 45 %: 05 Punkte; <45% - 40 %: 04 Punkte;
mangelhaft	<40% - 34 %: 03 Punkte; <34% - 27 %: 02 Punkte; <27% - 20 %: 01 Punkt
ungenügend	<20%: 00 Punkte

Liefern Prüflinge zu einer gestellten Aufgabe (z. B. offene Aufgabenstellungen) oder Teilaufgaben Bearbeitungen, die in der Beschreibung der erwarteten Prüfungsleistungen nicht erfasst waren, so sind die erbrachten Leistungen angemessen zu berücksichtigen. Dabei kann der vorgesehene Bewertungsrahmen für die Teilaufgabe nicht überschritten werden.

Operatoren für das Fach Mathematik

(Stand: Oktober 2012)

In der Regel können Operatoren je nach Zusammenhang und unterrichtlichem Vorlauf in jeden der drei Anforderungsbereiche (AFB) eingeordnet werden; hier soll der überwiegend in Betracht kommende Anforderungsbereich genannt werden. Die erwarteten Leistungen können durch zusätzliche Angabe in der Aufgabenstellung präzisiert werden.



Operator	Definition	Beispiel
Anforderungsbereich I		
angeben, nennen	Objekte, Sachverhalte, Begriffe oder Daten ohne nähere Erläuterungen, Begründungen und ohne Darstellung von Lösungsansätzen oder Lösungswegen aufzählen	Geben Sie drei Punkte an, die in der Ebene E liegen.
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Verfahren in eigenen Worten unter Berücksichtigung der Fachsprache sprachlich angemessen wiedergeben	Beschreiben Sie den Verlauf des Graphen von f im Diagramm. Beschreiben Sie Ihren Lösungsweg.
belegen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden oder Daten in übersichtlicher, fachlich sachgerechter oder vorgegebener Form darstellen	Erstellen Sie eine Wertetabelle der Wahrscheinlichkeitsverteilung.
zeichnen, graphisch darstellen	eine maßstäblich hinreichend exakte graphische Darstellung anfertigen	Zeichnen Sie den Graphen von f in ein Koordinatensystem mit geeigneten Längeneinheiten.
Operator	Definition	Beispiel
Anforderungsbereich II		
anwenden	eine bekannte Methode auf eine neue Problemstellung beziehen	Wenden Sie das Verfahren der Polynomdivision an.



begründen	Sachverhalte unter Nutzung von Regeln und mathematischen Beziehungen auf Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen	Begründen Sie, dass die Funktion f mindestens einen Wendepunkt hat.
berechnen	Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend durch Rechenoperationen gewinnen; gelernte Algorithmen ausführen	Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit des Ereignisses A .
bestimmen, ermitteln	Zusammenhänge oder Lösungswege aufzeigen und unter Angabe von Zwischenschritten die Ergebnisse formulieren	Bestimmen Sie die Anzahl der Nullstellen von f in Abhängigkeit vom Parameter k .
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden oder Verfahren in fachtypischer Weise strukturiert wiedergeben	Stellen Sie die Beziehung zwischen den Werten der Integralfunktion und dem Verlauf des Graphen von f dar.
entscheiden	sich bei Alternativen eindeutig und begründet auf eine Möglichkeit festlegen	Entscheiden Sie, welche der Geraden die Tangente an den Graphen im Punkt P ist.
erklären	Sachverhalte mit Hilfe eigener Kenntnisse verständlich und nachvollziehbar machen und begründet in Zusammenhänge einordnen	Erklären Sie das Auftreten der beiden Lösungen.



erläutern	einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen Veranschaulichen	Erläutern Sie die Aussage des Satzes anhand eines Beispiels.
gliedern	Sachverhalte unter Benennung des verwendeten Ordnungsschemas in mehrere Bereiche aufteilen	Gliedern Sie den von Ihnen entwickelten Lösungsweg.
herleiten	die Entstehung oder Entwicklung von gegebenen oder beschriebenen Sachverhalten oder Gleichungen aus anderen Sachverhalten darstellen	Leiten Sie die gegebene Funktionsgleichung der Stammfunktion her.
Interpretieren, deuten	Phänomene, Strukturen oder Ergebnisse auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und diese unter Bezug auf eine gegebene Fragestellung abwägen	Bestimmen Sie das Integral und interpretieren Sie den Zahlenwert geometrisch.
prüfen	Fragestellungen, Sachverhalte, Probleme nach bestimmten fachlich üblichen bzw. sinnvollen Kriterien bearbeiten	Prüfen Sie, ob die beiden Graphen Berührungspunkte haben.
skizzieren	die wesentlichen Eigenschaften eines Objektes, eines Sachverhaltes oder einer Struktur graphisch (eventuell auch als Freihandskizze) darstellen	Skizzieren Sie für die Parameterwerte -1, 0 und 1 die Graphen der jeweiligen Funktionen in ein gemeinsames Koordinatensystem.



untersuchen	Eigenschaften von Objekten oder Beziehungen zwischen Objekten anhand fachlicher Kriterien nachweisen	Untersuchen Sie die Lagebeziehung der beiden Geraden.
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede darstellen	Vergleichen Sie die beiden Lösungsverfahren.
zeigen, nachweisen	Aussagen unter Nutzung von gültigen Schlussregeln, Berechnungen, Herleitungen oder logischen Begründungen bestätigen	Zeigen Sie, dass die beiden gefundenen Vektoren orthogonal sind.
Operator	Definition	Beispiel
Anforderungsbereich III		
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen, ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen und Schlussfolgerungen ziehen	Werten Sie die Ergebnisse in Abhängigkeit vom Parameter k aus.
beurteilen, bewerten	zu Sachverhalten eine selbstständige Einschätzung unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen	Beurteilen Sie das beschriebene Verfahren zur näherungsweise Bestimmung der Extremstelle.



beweisen	Aussagen im mathematischen Sinne ausgehend von Voraussetzungen unter Verwendung von bekannten Sätzen und von logischen Schlüssen verifizieren	Beweisen Sie, dass die Diag. eines Parallelogramms einander halbieren.
verallgemeinern	aus einem beispielhaft erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage formulieren	Verallgemeinern Sie die für die unterschiedlichen Parameter gezeigten Eigenschaften.
widerlegen	Aussagen im mathematischen Sinne unter Verwendung von logischen Schlüssen, ggf. durch ein Gegenbeispiel falsifizieren	Widerlegen Sie die folgende Behauptung ...
zusammenfassen	den inhaltlichen Kern unter Vernachlässigung unwesentlicher Details wiedergeben	Fassen Sie die Eigenschaften der Funktionen der Funktionenschar f_k zusammen.