# Mathematik-Curriculum Sek II

# der Deutschen Schule Barcelona

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 (K1)
- Probleme mathematisch lösen(K2)
- mathematisch modellieren(K3)
- mathematische Darstellungen verwenden(K4)
- mit Mathematik symbolisch/formal/technisch umgehen(K5)
- kommunizieren über Mathematik und mithilfe der Mathematik(K6)

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.

**1. Für alle Schulen verbindliche Vereinbarungen/Absprachen:**

- Das **SCHWARZ GEDRUCKTE REGIONALCURRICULUM** stellt den Rahmenplan und ist für alle Fachlehrer verbindlich. Es spiegelt das gehobene Anforderungsniveau im Fach Mathematik nach den Vorgaben der KMK (Kerncurriculum, Fassung vom 10.09.2015) wider.
- Die zeitlichen Angaben im Curriculum geben eine Gewichtung/Richtlinie der einzelnen Inhaltsbereiche an.
- Die Reihenfolge der angegebenen Inhalte stellt einen Vorschlag dar, ist aber nicht verbindlich. Verbindlich ist jedoch die Anordnung der Inhalte vor und nach dem schriftlichen Regionalabitur.
- Mathematische Verfahren sollen SuS in ihrem Prinzip verstanden und an einfachen Beispielen auch ohne Hilfsmittel durchführen können.
- Der Einsatz des GTR als elektronisches Hilfsmittel für das Regionalabitur ab 2014 wurde von den Schulleitern verbindlich festgelegt. Die Deutsche Schule Barcelona arbeitet mit dem TI Voyage 200 (CAS) geplant bis zum Schuljahr 2015/16.
- Jahrgangsstufe 10: nach den zentralen Klassenarbeiten: Tangentensteigung, Tangentengleichungen, mittlere und momentane Änderungsrate, graphische Interpretation von Änderungsraten, Differenzenquotient, Ableitung, Ableitungsfunktion, Ableitungsregeln von Potenz , Faktor und Summenregel, aus dem Bereich Wahrscheinlichkeitsrechnung auch Vierfeldertafel (verbindlich bis zum Erscheinen des neuen SI Curriculums)
- In der Spalte Methodencurriculum finden sich Vorschläge für mögliche Methoden, entscheiden tut dies der jeweilige Fachlehrer.

**2. Der schulinterne Teil der Deutschen Schule Barcelona ist in *ROT UND KURSIV* dargestellt.**

**3. Die verwendeten Operatoren**

Die Formulierung der Arbeitsaufträge im Unterricht und in den Prüfungen erfolgt gemäß der genehmigten Operatorenliste der KMK, die sich im Anhang befindet.

| Kompetenzen | Inhalte | Zeit | Methoden | Anmerkungen |
|---|---|---|---|---|
| *Schülerinnen und Schüler können*:<br>• Den Begriff des Grenzwertes erläutern und Grenzwerte auf der Grundlage eines propädeutischen Grenzwertbegriffes bestimmen (K1; K4; K5) | **Folgen**<br>1 Definition von Zahlenfolgen, explizite und rekursive Darstellung<br>2 Monotonie und Beschränktheit von Folgen<br>3 Grenzwert einer Folge | **11/1**<br>8h | *Tandem-bögen* | Die Limesschreibweise ist nicht erforderlich |
| • Eine Ableitungsregel exemplarisch herleiten<br>• Ableitungsfunktionen mit Hilfe der Ableitungsregeln bestimmen (K1; K4; K5) | **Ganzrationale Funktionen und ihre Eigenschaften**<br>1. Ableitungen<br>- Ableitungen mit Hilfe der Produktregel und Kettenregel, *Quotientenregel*<br>- höhere Ableitungen: Extrem- und Wendepunkte<br>*graphisches Ableiten* | 8 h | *Erstellen von Plakaten* | |
| • Funktionen untersuchen und ihr Vorgehen begründen<br>• Nullstellen mit Hilfe eines Näherungsverfahren bestimmen und ihr Vorgehen beschreiben (K1)<br>• *Zuordnen der Graphen von Ausgangs-funktionen und Ableitungs-funktionen (K1)* | 2. Besondere Eigenschaften ganzrationalen Funktionen:<br>- Monotonie; Symmetrie<br>- Nullstellen, auch näherungsweise Bestimmung<br>3. Grenzverhalten<br>- Verhalten von ganzrationalen Funktionen an den Rändern des Definitionsbereichs<br>- einfache gebrochen-rationale Funktionen mit senkrechten und waagerechten Asymptoten | 8 h<br>4 h<br>*6 h* | *Projekt-orientiertes Arbeiten* | |
| • Grenzwerte ermitteln und den Verlauf des Graphen skizzieren (K4)<br>auch anwendungsbezogene Sachverhalte analysieren, die Ergebnisse interpretieren und<br>• ihr Vorgehen darstellen (K1; K3; K6) | - Grenzwert von Funktionen<br>4. Untersuchung realitätsnaher Probleme mit Hilfe von Funktionen: Extremwertaufgaben<br>- Funktionsanpassung an vorgegebene Bedingungen (Steckbriefaufgaben)<br>*Anwendungsaufgaben aus den Bereichen Architektur, Wirtschaftsmathematik und Physik.* | 12 h | | An eine systematische Untersuchung von gebrochen-rationalen Funktionen wird dabei nicht gedacht<br><br>*Vorschlag Klausur* Ende Okt./Anfang Nov.11/1 |

| Kompetenzen | Inhalte | Zeit | Methoden | Anmerkungen |
|---|---|---|---|---|
| *Schülerinnen und Schüler können*<br>• das Integral bzw. die Integralfunktion aus verschiedenen Perspektiven (z.B. rekursiver Bestand, Fläche,..) beschreiben<br>• Integrale berechnen und die Ergebnisse interpretieren<br>• Stammfunktionen bestimmen<br>• den Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung anschaulich begründen (K1; K2; K5)<br>• Volumina von Rotationskörpern in einfachen Anwendungskontexten berechnen und ihr Vorgehen erläutern | **Integrationsrechnung bei ganzrationalen Funktionen**<br>1. Integral als Rekonstruktion eines Bestandes aus mittleren und momentanen Änderungsraten<br>2. Integralfunktion<br>3. Stammfunktionen<br>4. Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung<br>5. Integrationsverfahren: Summe, konstanter Faktor (ggf. lineare Substitution)<br>6. Flächeninhalte bei krummlinig begrenzten Flächen berechnen (zwischen Funktionsgraph und x-Achse, zwischen zwei Funktionsgraphen)<br>7. Berechnung der Volumina von krummlinig begrenzten Flächen um die x-Achse<br>8. *Anwendung des Integrals bei Geschwindigkeit und Beschleunigung* | 12 h<br>8 h<br>4 h | *Stationen-lernen* | *Weihnachten 11/1* |

| Kompetenzen | Inhalte | Zeit | Methoden | Anmerkungen |
|---|---|---|---|---|
| *Schülerinnen und Schüler können:*<br>- LGS lösen, die Umformungsschritte begründen und die Ergebnisse interpretieren<br>- LGS auf Lösbarkeit untersuchen (K 5)<br>- die Länge eines Vektors berechnen<br>- das Skalarprodukt geometrisch interpretieren<br>- Vektoren auf lineare Abhängigkeit unter-suchen und ihr Vor-gehen be-gründen | **Lineare Gleichungssysteme**<br>- Gaussverfahren<br>- Anwendungen auch außerhalb der Geometrie<br>*Anwendung aus Naturwissenschaft, Technik, Wirtschaft*<br>**Vektoren im zwei- und dreidimensionalen Raum**<br>- Betrag eines Vektors<br>- Ortsvektor eines Punktes<br>- Skalarprodukt, Winkel zwischen Vektoren<br>- Lineare Abhängigkeit/ Unabhängigkei | 8 h<br>**11/2**<br>10 h | *Fishbowl/ Kugellager* | Lösung von LGS ohne GTR erscheint als Abituraufgabe nicht sinnvoll |

| (K1; K2; K4) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Kompetenzen** | **Inhalte** | **Zeit** | **Methoden** | **Anmerkungen** |
| - Darstellungsformen von Geraden und Ebenen erläutern (K1; K4; K5) | *Spiegelungen an Punkten, den Achsen und an den Grundebenen, Streckenteilungen* | 4 h | | |
| - das Vektorprodukt berechnen und geometrisch interpretieren (K1; K4)<br><br>*Schülerinnen und Schüler können*<br>- Geraden und Ebenen mit Hilfe von Spurpunkten zeichnerisch darstellen (K4; K6) | **Geraden und Ebenen**<br>- Geradengleichungen<br>- Lagebeziehungen zweier Geraden<br>- Winkel zwischen zwei Geraden<br>*Geraden als Flugbahnen*<br>- verschiedene Formen der Ebenengleichung<br>- Vektorprodukt<br><br>- Darstellung von Ebenen im Koordinatensystem | 12h | | *Vernetzung zu Inhalten der elementaren Geometrie sinnvoll* |
| - Lagebeziehungen geometrischer Objekte im Raum untersuchen und ihr Vorgehen begründen (K6)<br><br>- Winkel zwischen geometrischen Objekten im Raum berechnen und ihr Vorgehen begründen | - Lagebeziehung zwischen zwei Ebenen / einer Geraden und einer Ebene<br>- Winkel zwischen Gerade und Ebene / zwischen zwei Ebenen<br>*Anwendung: Lichtstrahlen als Vektoren, Bestimmung von Schattengrenzen, evtl. Dachneigungen* | 12h | *Mind-mapping (als Abschluss eines (Teil)themas)* | |
| - Abstandsprobleme im Raum lösen und ihr Vorgehen begründen (K1; K2; K4; K6) | Abstand zwischen zwei Punkten, zwischen zwei Geraden (parallel oder windschief), zwischen einem Punkt und einer Gerade / Ebene sowie zwischen Gerade und Ebene.<br>- | 6h | | |
| - Flächen- und Rauminhalte berechnen (K2; K3) | - Flächen- und Rauminhalte von einfachen Grundkörpern<br>*Darstellung von Körpern im Koordinatensystem* | 4 h | | |

| Kompetenzen | Inhalte | Zeit | Methoden | Anmerkungen |
|---|---|---|---|---|
| *Schülerinnen und Schüler können*:<br>• die Eulersche Zahl *e* anhand ihrer Eigenschaften bestimmen<br>• die *e*- Funktion und ihre Umkehrung anhand ihrer charakteristischen Eigenschaften kennen<br>• zusammengesetzte Funktionen aus *e* – Funktionen und ganzrationalen Funktionen untersuchen<br>• bestimmte und unbestimmte Integrale von *e* – Funktionen in anwendungsbezogenen Kontexten berechnen und interpretieren (K1; K3; K6)<br>• Differentialgleichungen für natürliches und beschränktes Wachstum nachvollziehen | **Exponentialfunktion**<br>1. Eulersche Zahl *e* als Grenzwert<br>2. natürliche Exponentialfunktion und ihre Umkehrung<br>3. weitere Integrationsregel: lineare Substitution<br>4.<br>5. *weitere Integrationsregel: lineare Substitution, Wachstums- und Abnahmeprozesse mit Hilfe der e-Funktion beschreiben. Modelle zur Bevölkerungswachstum.*<br>6. zusammengesetzte Funktionen in einfachen Fällen und deren Anwendung *Anwendungen aus der Biologie, Medizin; Physik*<br>7. Inhalte von Flächen und Körpern, die ins Unendliche reichen<br>8. Differenzialgleichungen für natürliches und beschränktes Wachstum *Untersuchung von Funktionenscharen Anwendungen, Schwingungen in der Physik*<br>*Partielle Integration* | **12/1**<br>20 h<br>4 h<br>4 h<br>*8 h* | *Projektorientiertes Arbeiten* | Kann auch als Grenzwert über Ableitungen oder Wachstumsprozesse betrachtet werden, nicht zwingend über Folgen<br>DGL kein Inhalt der schriftlichen Abiturprüfungen<br>In einfachen Fällen exakte Berechnung der Inhalte, sonst Verwendung des GTR<br>DGL kein Inhalt der schriftlichen Abiturprüfungen<br>*Abschluss ca. Ende Oktober/Anfang November* 12/1 |

| Kompetenzen | Inhalte | Zeit | Methoden | Anmerkungen |
|---|---|---|---|---|
| - Laplace-Wahrscheinlichkeiten berechnen<br>- Baumdiagramme für mehrstufige Zufallsversuche erstellen und die zugehörigen Wahrscheinlichkeiten berechnen | **Wahrscheinlichkeit**<br>- Abzählverfahren Grundlegende Berechnungsformeln (Kombinatorik) (Urnenmodell)<br>- Unabhängigkeit von Ereignissen und bedingte Wahrscheinlichkeit | 8 h<br>8 h | *evtl. Arbeit mit Karteikarten* | Wahrscheinlichkeitsrechnung aus der Sek. I werden aufgegriffen und vertieft *(unter anderem. Vierfeldertafel und bedingte Wahrscheinlichkeit)* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | - Bernoullikette und Formel von Bernoulli<br>- Wahrscheinlichkeits-verteilung, Binomialverteilung (kumuliert) | | | *Schwerpunkt vor dem schriftlichen Abitur liegt in der Hinführung zur Bernoulliformel.* |
| **Kompetenzen** | **Inhalte** | **Zeit** | **Methoden** | **Anmerkungen** |
| - Abzählverfahren anhand von *einfachen Beispielen* mit Hilfe des Urnenmodells erklären<br>- Bernoulliformel-anschaulich begründen und damit die Wahrschein-lichkeiten in Sachzusammen-hängen berechnen<br>- die Wahrscheinlich-keiten bei einfachen und kumulierten Binomialverteilungen berechnen und interpretieren<br>(K1; K2; K3; K4; K5; K6) | *Anwendungs-bezogene Aufgaben zur Vorbereitung der schriftlichen Abiturprüfung* | *12 h* | | *An eine vertiefende Behandlung von kombinatorischen Fragestellungen ist erst nach dem schriftlichen Abitur gedacht. Schwerpunkt vor dem schriftlichen Abitur liegt in der Hinführung zur Bernoulliformel.*<br><br>*Weihnachten 12/1* |

Prüfung / Diagnose / Förderung : **Schriftliche Abiturprüfung**

| Kompetenzen | Inhalte | Zeit | Methoden | Anmerkungen |
|---|---|---|---|---|
| *Schülerinnen und Schüler können*:<br>- Zufallsexperimente mit Hilfe von Kenngrößen beschreiben<br>- Hypothesen in binomialen Modellen aufstellen und untersuchen<br>- Fehler 1. und 2. Art erkennen, berechnen und interpretieren<br><br>Anwendungssituationen den kombinatorischen Grundformen zuordnen und die Anzahl von Möglichkeiten berechnen | - Normalverteilte Zufallsgrößen<br>- Erwartungswert, Varianz, Standardab-weichung<br>- Konfidenzintervalle, Irrtumswahrschein-lichkeiten<br>- Alternativtest, Signifikanztest *Einseitiger und zweiseitiger Hypothesentest*<br>- Kombinatorische Abzählverfahren *Normalverteilung, Moivre-Laplace, Möglichkeiten individueller Schwerpunkt-setzung* | 4 h<br><br>16 h<br><br>12 h<br><br>*12 h* | *Experimen-telles Arbeiten (Hypothesen-test)* | |

Prüfung / Diagnose / Förderung : **Mündliche Abiturprüfung**

# Anhang zum schulinternen Curriculum der Deutschen Schule Barcelona

## 1. Kriterien zur Leistungsbewertung

Die Kriterien zur Leistungsbewertung orientieren sich an den Einheitlichen Prüfungsanforderungen (EPA).
Bei Klausuren soll das Schwergewicht der zu erbringenden Leistungen im Anforderungsbereich II liegen und daneben die Anforderungsbereiche I und III berücksichtigt werden, und zwar Anforderungsbereich I in höherem Maße als Anforderungsbereich III.

Für die Leistungsbewertung gilt (Zitat aus den EPA):
„Die Festlegung der Schwelle zur Note „ausreichend“ (05 Punkte) und die Vergabe der weiteren Noten sind Setzungen, die in besonderem Maße der pädagogischen Erfahrung und Verantwortung der Beurteilenden unterliegen.
Die Note „ausreichend“ (05 Punkte) soll erteilt werden, wenn annähernd die Hälfte (mindestens 45 Prozent) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden ist. Dazu reichen Leistungen allein im Anforderungsbereich I nicht aus. Oberhalb und unterhalb dieser Schwelle sollen die Anteile der erwarteten Gesamtleistung den einzelnen Notenstufen jeweils ungefähr linear zugeordnet werden, um zu sichern, dass mit der Bewertung die gesamte Breite der Skala ausgeschöpft werden kann.
Die Note „gut“ (11 Punkte) soll erteilt werden, wenn annähernd vier Fünftel (mindestens 75 Prozent) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden ist.“

**Im Besonderen gilt der folgende Notenschlüssel für Klausuren in der Oberstufe im Fach Mathematik an der Deutschen Schule Barcelona:**

| erreichter Anteil an Rohpunkten in % | 95 | 90 | 85 | 80 | 75 | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 | 45 | 40 | 33,3 | 26,7 | 20 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Notenpunkte | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 09 | 08 | 07 | 06 | 05 | 04 | 03 | 02 | 01 | 0 |

## 2. Hinweise zur Überprüfbarkeit von Lernergebnissen

**Beschreibung der Anforderungsbereiche**

Es werden drei Anforderungsbereiche unterschieden, wobei sich weder die Anforderungsbereiche scharf gegeneinander abgrenzen lassen, noch die einzelnen Teilleistungen einer Prüfungsaufgabe sich in jedem Einzelfall eindeutig einem Anforderungsbereich zuordnen lassen.

Die Einteilung in die drei Anforderungsbereiche dient dazu, die Vergleichbarkeit von Prüfungsaufgaben und deren Bewertungsmaßstäben zu erhöhen.

An der Deutschen Schule Barcelona werden von den Kursen eines jeweiligen Jahrgangs der Oberstufe ab dem Halbjahr 11.2 die gleichen Klausuren geschrieben. Abweichende Klausuren soll es nur in begründeten Ausnahmefällen geben (z. B. bei längerer Abwesenheit einer Lehrkraft).

Beim Entwurf von Klausuren ist darauf zu achten, dass den zu erwartenden Teilleistungen eines Schülers die jeweiligen Anforderungsbereiche zugeordnet werden. Einzelne Sachgebiete müssen nicht getrennt abgefragt werden, sondern können auch vernetzt werden.

Zitat aus den EPA:

„Offenere Fragestellungen führen in der Regel über formales Anwenden von Begriffen und Verfahren hinaus und damit zu einer Zuordnung zu den Anforderungsbereichen II oder III. Die tatsächliche Zuordnung der Teilleistungen hängt davon ab, ob die jeweils aufgeworfene Problematik eine selbstständige Auswahl unter Bearbeitungsansätzen in einem durch Übung bekannten Zusammenhang erfordert oder ob kreatives Erarbeiten, Anwenden und Bewerten in komplexeren und neuartigen Zusammenhängen erwartet wird. In jedem Fall ist die Zuordnung zu den Anforderungsbereichen abhängig vom vorangegangenen Unterricht, bzw. von im Lehrplan verbindlich vorgeschriebenen Zielen und Inhalten, sowie von der Leistungsfähigkeit zugelassener Hilfsmittel“ (z. B. CAS).

Die Anforderungsbereiche werden wie folgt eingeteilt (Zitat aus den EPA):

### Anforderungsbereich I

Der Anforderungsbereich I umfasst

- die Verfügbarkeit von Daten, Fakten, Regeln, Formeln, mathematischen Sätzen usw. aus einem abgegrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang
- die Beschreibung und Verwendung gelernter und geübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang

Dazu kann unter anderem gehören:

- Bereitstellen von Definitionen, Sätzen und einfachen Beweisen
- Beschreiben eines einfachen Sachverhalts, eines bekannten Verfahrens oder eines standardisierten Lösungsweges
- Anfertigen von Skizzen auf eine aus dem Unterricht bekannte Weise; Skizzieren der Graphen von Grundfunktionen

- Ausführen von geübten Algorithmen wie z.B. Ableiten und Integrieren in einfachen Fällen, Lösen von einfachen Gleichungen, Ungleichungen und Gleichungssystemen nach eingeübten Verfahren
- Verwenden des Rechners als Werkzeug z.B. zum Zeichnen eines geeigneten Ausschnitts des Graphen einer Funktion, beim Lösen von Gleichungssystemen, beim Berechnen von Ableitungen und von Integralen
- Bestimmen der Extremwerte einer Funktion in Fällen, in denen das eingeübte Verfahren unmittelbar zum Ziel führt
- Feststellen der Lagebeziehungen zwischen Punkten, Geraden oder Ebenen mit Hilfe eines durch Übung vertrauten Verfahrens
- Bestimmen von Geraden- und Ebenengleichungen bei Vorgabe einfacher und gewohnter Bedingungen
- Darstellen statistischer Daten und Ermitteln statistischer Kenngrößen in einfachen Fällen
- Bestimmen und Berechnen von Wahrscheinlichkeiten in einfachen, vom Unterricht her vertrauten Zusammenhängen

**Anforderungsbereich II**

Der Anforderungsbereich II umfasst

- selbstständiges Auswählen, Anordnen, Verarbeiten und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang
- selbstständiges Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen, wobei es entweder um veränderte Fragestellungen oder um veränderte Sachzusammenhänge oder um abgewandelte Verfahrensweisen gehen kann

Dazu kann unter anderem gehören:

- Veranschaulichen und Beschreiben von Zusammenhängen bei bekannten Sachverhalten mit Hilfe von Bildern, Texten und Symbolen
- Dokumentieren eines Lösungsweges in sachgerechter mathematischer Form
- Verfassen eines mathematischen Kurzaufsatzes in bekannten Zusammenhängen
- Ausführen von Beweisen, deren Beweisstruktur aus dem Unterricht bekannt ist
- Anwenden von zentralen Begriffen in Beispielen, die in ihrer Struktur einfach sind
- Interpretieren charakteristischer Eigenschaften einer Funktion anhand ihres Graphen
- Übersetzen eines Schaubildes in einen Funktionsterm oder eines Funktionsterms in eine Skizze
- Anpassen von Funktionen an vorgegebene Bedingungen, wenn ähnliche Vorgehensweisen aus dem Unterricht bekannt sind
- Durchführen vollständiger Fallunterscheidungen in überschaubaren Situationen
- gezieltes Verwenden des Rechners bei der Lösung komplexerer Probleme
- Übersetzen einer Ausgangssituation in ein geeignetes mathematisches Modell (z.B. Koordinatensystem, Funktionsterm, Gleichungssystem, Wahrscheinlichkeitsverteilung), wenn ähnliche Modellierungen aus dem Unterricht bekannt sind
- sachgerechtes und begründetes Argumentieren bei der Darstellung eines Modellansatzes oder bei der Auswahl eines Lösungsweges

- verständiges Anwenden der Beziehung zwischen Änderungsrate und Gesamtänderung in bekannten Situationen
- analytisches Beschreiben von geometrischen Objekten, wobei die sie bestimmenden Parameter erst aus anderen Bedingungen erschlossen werden müssen
- Vergleichen und Bewerten verschiedener Lösungsansätze in einem durch Übung bekannten Zusammenhang
- Analysieren und Modellieren stochastischer Prozesse in aus dem Unterricht bekannter Weise
- Durchführen eines aus dem Unterricht bekannten Verfahrens der beurteilenden Statistik
- Beschaffen, Strukturieren, Auswählen und Auswerten von Informationen zu einer überschaubaren Problemstellung in einer im Unterricht vorbereiteten Vorgehensweise
- Präsentieren von Arbeitsergebnissen in übersichtlicher, gut strukturierter Form

**Anforderungsbereich III**

Der Anforderungsbereich III umfasst
- planmäßiges und kreatives Bearbeiten komplexerer Problemstellungen mit dem Ziel, selbstständig zu Lösungen, Deutungen, Wertungen und Folgerungen zu gelangen
- bewusstes und selbstständiges Auswählen und Anpassen geeigneter gelernter Methoden und Verfahren in neuartigen Situationen

Dazu kann unter anderem gehören:

- kreatives Übersetzen einer komplexeren Ausgangssituation in ein geeignetes mathematisches Modell, ohne dass dies in vergleichbaren Zusammenhängen geübt wurde
- planvolles, begründetes Nutzen und Bewerten von Informationen bei komplexeren oder offeneren Problemstellungen
- Auffinden eines Lösungsansatzes für Probleme, bei denen Kenntnisse aus verschiedenen Teilgebieten der Mathematik verbunden werden müssen, ohne dass dies in vergleichbaren Zusammenhängen geübt wurde
- Überprüfen und Bewerten der Vorgehensweise sowie Interpretieren und Beurteilen der Ergebnisse z.B. bei einer Modellierung oder beim Umgang mit Informationen
- Anwenden zentraler Begriffe und Vorgehensweisen in komplexeren Zusammenhängen
- Verallgemeinern eines Sachverhalts, der nur von Beispielen her bekannt ist
- Ausführen eines Beweises, zu dem eigenständige Beweisgedanken erforderlich sind“

## 3. Operatoren für das Fach Mathematik

### 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 | die Gültigkeit einer Aussage anhand eines Beispiels veranschaulichen | Belegen Sie, dass es Funktionen mit der geforderten Eigenschaft gibt. |
| erstellen | Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden oder Daten in übersichtlicher, fachlich sachgerechter oder vorgegebener Form darstellen | Erstellen Sie eine Wertetabelle der Wahrscheinlichkeitsverteilung. |
| vereinfachen | komplexe Terme oder Gleichungen auf eine Grundform oder eine leichter weiter zu verarbeitende Form bringen | Vereinfachen Sie den Funktionsterm der Ableitungsfunktion so weit wie möglich. |
| zeichnen, graphisch darstellen | eine maßstäblich hinreichend exakte graphische Darstellung anfertigen | Zeichnen Sie den Graphen von f in ein Koordinatensystem mit geeigneten Längeneinheiten. |
| **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. |

| Operator | Definition | Beispiel |
|---|---|---|
| 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 Berührpunkte 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. |
| **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 näherungsweisen 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 Diagonalen 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:… |
| zusammen-fassen | den inhaltlichen Kern unter Vernachlässigung unwesentlicher Details wiedergeben | Fassen Sie die Eigenschaften der Funktionen der Funktionenschar fk zusammen. |