

Operatoren im Fach Mathematik

In der zentralen Abschlussprüfung der Fachoberschule müssen die Prüfungsaufgaben für die Schülerinnen und Schüler eindeutig hinsichtlich des Arbeitsauftrags und der erwarteten Leistung formuliert sein. Nur bei Einigkeit und Klarheit über die in jeder Prüfungsaufgabe erwartete Leistung können die Bewertung und die Beurteilung objektiv, gerecht und landesweit vergleichbar erfolgen. Die Prüfungsaufgaben werden daher mit so genannten Operatoren (Schlüsselwörtern) formuliert. Ein Operator ist ein Aufforderungsverb wie z.B. erläutern, darstellen oder begründen, dessen Bedeutung im Fachkontext möglichst genau spezifiziert wird. Bei der Formulierung der Arbeitsanweisungen von Prüfungsaufgaben werden nur die hier festgelegten Operatoren benutzt.

Die Verwendung von Operatoren in den Klausuren des zweiten Ausbildungsabschnitts der Organisationsform A sowie in der gesamten Organisationsform B ist ein wichtiger Teil der Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf die zentrale Abschlussprüfung. Die Liste der Operatoren soll die Lehrerinnen und Lehrer bei der Formulierung von Klausuraufgaben unterstützen. Die beim Formulieren der Aufgaben verwendeten Operatoren müssen im Unterricht eingeführt und ihr Gebrauch an verschiedenen Beispielen geübt sein. Durch die Benutzung der Operatoren soll den Schülerinnen und Schülern klar werden, welche Tätigkeiten und welche Lösungsdarstellung von ihnen erwartet werden. Mit dem konsequenten Einsatz der Operatoren wird Missdeutungen von Aufgabenstellungen entgegengewirkt.

Die in den zentralen Abschlussprüfungen der Fachoberschule verwendeten Operatoren wurden zwischen verwandten Fächern abgestimmt und vereinheitlicht. In der folgenden Tabelle sind die für das oben genannte Fach relevanten Operatoren definiert und mit fachspezifischen Beispielen unterlegt. Zudem enthält die Tabelle Zuordnungen der Operatoren zu den Anforderungsbereichen I, II und III. Diese geben an, in welchem Anforderungsbereich die verschiedenen Operatoren jeweils ihren Schwerpunkt haben, wobei die konkrete Zuordnung eines Operators vom Kontext der Aufgabenstellung abhängt.

Anforderungsbereich I umfasst in der Regel Reproduktionsleistungen, Anforderungsbereich II Reorganisations- und Transferleistungen und Anforderungsbereich III Reflexion und Problemlösung. Die drei Anforderungsbereiche lassen sich nicht scharf voneinander trennen, sie sind in wechselseitiger Abhängigkeit zu sehen.

Der Schwerpunkt der in der zentralen Abschlussprüfung zu erbringenden Leistungen liegt in den Anforderungsbereichen I und II.

| Operator(en) | Definition | Beispiel(e) | AFB |
|---|--|---|---------------|
| abschätzen | durch begründete Überlegungen Größenordnungen angeben | Schätzen Sie die Größe der Fläche zwischen dem Funktionsgraphen und der x-Achse ab. | II–III |
| angeben/ nennen | Sachverhalte, Begriffe oder Daten ohne Erläuterungen, Begründungen und Lösungswege aufzählen | Geben Sie eine Parameterdarstellung der Ebene an. | I–II |
| aauflösen | durch äquivalente Umformungen zu einem Ergebnis gelangen und die Rechenschritte dokumentieren | Lösen Sie die gegebene Gleichung schrittweise nach x auf. | I–II |
| aufstellen | Sachverhalte o.Ä. strukturiert fachsprachlich, in Formeln, tabellarisch oder grafisch darstellen | Stellen Sie ein lineares Gleichungssystem auf. Stellen Sie eine Hypothese auf. | II–III |
| begründen | einen Sachverhalt oder eine Aussage argumentativ auf Gesetzmäßigkeiten oder kausale Zusammenhänge zurückführen | Begründen Sie den Sachverhalt, dass die Funktion nicht mehr als drei Wendestellen aufweisen kann. | II–III |
| benennen/ beschriften | Elemente, Sachverhalte, Begriffe oder Daten mit einer kennzeichnenden Aufschrift, Nummer oder Namensangabe versehen | Benennen Sie die eingezeichneten charakteristischen Punkte. | I–II |
| berechnen | durch Rechenoperationen zu einem Ergebnis gelangen und die Rechenschritte dokumentieren (<i>Ein Rechenweg muss ohne Nutzung der erweiterten Funktionalitäten eines WTR dokumentiert werden.</i>) | Berechnen Sie die Funktionswerte. Berechnen Sie den Wert des bestimmten Integrals. | i.d.R I–II |
| beschreiben | Aussagen, Sachverhalte, Strukturen o.Ä. in eigenen Worten strukturiert und fachsprachlich wiedergeben | Beschreiben Sie den Verlauf des Graphen. | I–II |
| beschriften/ benennen | Elemente, Sachverhalte, Begriffe oder Daten mit einer kennzeichnenden Aufschrift, Nummer oder Namensangabe versehen | Beschriften Sie die Achsen des Koordinatensystems mit einer geeigneten Skala. | I–II |
| bestätigen/ widerlegen/ zeigen | einen Sachverhalt oder eine Behauptung unter Verwendung gültiger Schlussregeln oder Berechnungen auf bekannte, gültige Aussagen zurückführen | Bestätigen Sie die genannten Symmetrieeigenschaften durch eine geeignete Methode. | II–III |

| Operator(en) | Definition | Beispiel(e) | AFB |
|-----------------------------------|---|--|------------------|
| bestimmen/ ermitteln | einen Zusammenhang oder einen möglichen Lösungsweg aufzeigen und das Ergebnis formulieren (<i>Die erweiterten Funktionalitäten eines WTR können benutzt werden; in diesem Fall muss die Nutzung dokumentiert werden.</i>) | Bestimmen Sie die Stammfunktion. Bestimmen Sie die Wahrscheinlichkeit einer binomialverteilten Zufallsgröße X für $n=100$, $p=0,3$ und $k=25$. | I–II |
| beurteilen | zu einem Sachverhalt oder einer Aussage unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden eine begründete Einschätzung geben | Beurteilen Sie die beiden vorgeschlagenen modellierenden Funktionen bezüglich der Darstellung des ursprünglichen Problems. | II–III |
| beweisen/ nachweisen | im mathematischen Sinn zeigen, dass eine Behauptung/Aussage richtig ist, z.B. unter Verwendung bekannter mathematischer Sätze, logischer Schlüsse und Äquivalenzumformungen | Beweisen Sie die Existenz einer Extremstelle bei $x=17$. | II–III |
| darstellen | Sachverhalte o.Ä. strukturiert fachsprachlich oder grafisch wiedergeben und Bezüge sowie Zusammenhänge aufzeigen | Stellen Sie den Sachverhalt in einem Baumdiagramm oder einer Vierfeldertafel dar. Stellen Sie Ihren Lösungsweg dar. | I–II |
| deuten/ interpretieren | Phänomene, Strukturen, Sachverhalte oder Ergebnisse auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und diese gegeneinander abwägen und auf das ursprüngliche Problem beziehen | Deuten Sie die Ergebnisse im Sachzusammenhang. | II–III |
| einzeichnen | etwas ergänzend in eine Abbildung einfügen | Zeichnen Sie den Funktionsgraphen in das Diagramm ein. | I–II |
| entscheiden | bei Alternativen sich begründet und eindeutig auf eine Möglichkeit festlegen | Entscheiden Sie, ob eine der Ihnen bekannten Verteilungen zu dieser Problemstellung passt. Entscheiden Sie, ob eine der Funktionsgleichungen zu dem gezeigten Funktionsgraphen passt. | i.d.R. II–III |
| entwickeln | Sachverhalte und Methoden zielgerichtet in einen Zusammenhang bringen; eine Hypothese, eine Skizze oder ein Modell weiterführen und ausbauen | Entwickeln Sie aus den Angaben im Material einen Hypothesentest. | II–III |
| ergänzen | durch Hinzufügen von fachlichen Inhalten in Skizzen, Abbildungen oder Diagrammen diese vervollständigen | Ergänzen Sie in der Abbildung die fehlenden Werte. Ergänzen Sie den weiteren Verlauf des Funktionsgraphen. | I–II |

| Operator(en) | Definition | Beispiel(e) | AFB |
|-----------------------------------|---|---|--------|
| erklären | Sachverhalte o.Ä. unter Verwendung der Fachsprache auf fachliche Grundprinzipien oder kausale Zusammenhänge zurückführen | Erklären Sie die nebenstehende Rechnung. Erklären Sie Ihre Vorgehensweise. | II–III |
| erläutern | Sachverhalte o.Ä. so darlegen und veranschaulichen, dass sie verständlich werden | Erläutern Sie die Bedeutung der folgenden Gleichungen im Sachzusammenhang. Erläutern Sie die Problemstellung anhand eines Beispiels. | II–III |
| ermitteln/ bestimmen | einen Zusammenhang oder einen möglichen Lösungsweg aufzeigen und das Ergebnis formulieren (<i>Die erweiterten Funktionalitäten eines WTR können benutzt werden; in diesem Fall muss die Nutzung dokumentiert werden.</i>) | Ermitteln Sie die Stammfunktion. Ermitteln Sie die Wahrscheinlichkeit einer binomialverteilten Zufallsgröße X für $n=100$, $p=0,3$ und $k=25$. | I–II |
| formulieren | eine Fragestellung, eine Strukturformel, eine Aussage oder eine mathematische Schreibweise notieren | Formulieren Sie eine Entscheidungsregel. Formulieren Sie einen Antwortsatz im Sachzusammenhang. | II–III |
| herleiten | einen Sachverhalt oder ein Ergebnis aus gegebenen Daten oder Gesetzmäßigkeiten entwickeln | Leiten Sie eine Formel für die Berechnung des Volumens her. Leiten Sie aus den gegebenen Informationen eine Entscheidungsregel her. | II–III |
| interpretieren/ deuten | Phänomene, Strukturen, Sachverhalte oder Ergebnisse auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und diese gegeneinander abwägen und auf das ursprüngliche Problem beziehen | Interpretieren Sie die Auswirkung des Parameters k auf den Funktionsgraphen. | II–III |
| kennzeichnen | in einem Text oder einer grafischen Darstellung bestimmte Inhalte oder Elemente identifizieren und markieren | Kennzeichnen Sie den zu berechnenden Flächeninhalt. | I–II |
| nachweisen/ beweisen | im mathematischen Sinn zeigen, dass eine Behauptung/Aussage richtig ist, z.B. unter Verwendung bekannter mathematischer Sätze, logischer Schlüsse und Äquivalenzumformungen | Weisen Sie die Existenz einer Wendestelle bei $x=12$ nach. | II–III |
| nennen/ angeben | Sachverhalte, Begriffe oder Daten ohne Erläuterungen, Begründungen und Lösungswege aufzählen | Nennen Sie drei Eigenschaften der Funktion. | I–II |
| prüfen/ überprüfen | Sachverhalte, Aussagen oder Ergebnisse an Gesetzmäßigkeiten messen, verifizieren oder Widersprüche aufdecken | Prüfen Sie, ob die Ereignisse A und B stochastisch unabhängig sind. Prüfen Sie, ob der Punkt $(x y)$ auf dem Graphen der Funktion liegt. | II–III |

| Operator(en) | Definition | Beispiel(e) | AFB |
|---|--|---|--------|
| skizzieren | eine grafische Darstellung so anfertigen, dass die wesentlichen Eigenschaften deutlich werden | Skizzieren Sie (qualitativ) den Graphen der Funktion. | I–II |
| überführen | die Darstellung eines Inhalts in eine andere Darstellungsform bringen | Überführen Sie die grafische in eine tabellarische Darstellung. | I–II |
| überprüfen/ prüfen | Sachverhalte, Aussagen oder Ergebnisse an Gesetzmäßigkeiten messen, verifizieren oder Widersprüche aufdecken | Überprüfen Sie die Aussage ... | II–III |
| untersuchen | Sachverhalte unter bestimmten Aspekten betrachten | Untersuchen Sie die Lagebeziehung der beiden Geraden. | II–III |
| vergleichen | nach vorgegebenen oder selbst gewählten Gesichtspunkten Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln und darstellen | Vergleichen Sie beide Wahrscheinlichkeitsverteilungen unter Verwendung des Erwartungswerts und der Varianz. | II–III |
| widerlegen/ zeigen/ bestätigen | einen Sachverhalt oder eine Behauptung unter Verwendung gültiger Schlussregeln oder Berechnungen auf bekannte, gültige Aussagen zurückführen | Widerlegen Sie die genannten Funktionseigenschaften durch eine geeignete Methode. | II–III |
| zeichnen | eine hinreichend exakte grafische Darstellung anfertigen | Zeichnen Sie den Graphen der Funktion. Zeichnen Sie den Körper in ein Koordinatensystem. | I–II |
| zeigen/ widerlegen/ bestätigen | einen Sachverhalt oder eine Behauptung unter Verwendung gültiger Schlussregeln oder Berechnungen auf bekannte, gültige Aussagen zurückführen | Zeigen Sie die lineare Unabhängigkeit der Vektoren. | II–III |
| zuordnen | Sachverhalte in einen genannten Zusammenhang stellen (Eine Begründung ist nur dann notwendig, wenn dies explizit verlangt wird.) | Ordnen Sie den Graphen die entsprechenden Funktionsgleichungen zu. | I–II |