

## Operatoren in den Fächern Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik und Physik

Im Landesabitur müssen die Prüfungsaufgaben für die Abiturientinnen und Abiturienten eindeutig hinsichtlich des Arbeitsauftrages und der erwarteten Leistung formuliert sein. Nur bei Einigkeit und Klarheit über die in jeder Prüfungsaufgabe erwartete Leistung können die Bewertung und 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 in der Regel nur die hier festgelegten Operatoren benutzt.

Die Verwendung von Operatoren in den Klausuren der Oberstufe ist ein wichtiger Teil der Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf das Abitur. 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 schriftlichen Abituraufgaben verwendeten Operatoren wurden zwischen verwandten Fächern abgestimmt und vereinheitlicht. In der folgenden Tabelle sind die für die oben genannten Fächer 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.

Operator(en)	Definition	Beispiel(e)	AFB
<b>Anforderungsbereich I</b>			
<b>angeben/ nennen</b>	Sachverhalte, Begriffe oder Daten ohne Erläuterungen, Begründungen und Lösungswege aufzählen	Geben Sie die an der Verdauung beteiligten Enzyme / die Strukturformel von Phenol / eine Parameterform der Ebene / die Definition eines endlichen Automaten an. Nennen Sie drei weitere Beispiele / mindestens zwei experimentelle Ergebnisse des Versuchs.	I

Operator(en)	Definition	Beispiel(e)	AFB
<b>berechnen</b>	durch Rechenoperationen zu einem Ergebnis gelangen und die Rechenschritte dokumentieren (in Mathematik: ohne Nutzung der erweiterten Funktionalitäten des WTR/CAS)	Berechnen Sie die Masse von Natriumhydroxid in 250 ml einer 0,1-molaren Natriumhydroxidlösung / den Bahnradius / in Abhängigkeit von $k$ die Hochpunkte der Graphen der Funktionenschar $f_k$ / die Anzahl der Wertzuweisungen bei $n$ Schleifendurchläufen.	I–II
<b>beschreiben</b>	Aussagen, Sachverhalte, Strukturen o. Ä. in eigenen Worten strukturiert und fachsprachlich wiedergeben	Beschreiben Sie die Translation bei Prokaryoten / den Verlauf der Titrationskurve / zwei Möglichkeiten, eine Induktionsspannung zu erzeugen / den Verlauf des Graphen / das Sortierverfahren Bubblesort.	I–II
<b>beschriften/ einzeichnen/ kennzeichnen/ benennen</b>	Elemente, Sachverhalte, Begriffe oder Daten mit einer kennzeichnenden Aufschrift, Nummer oder Namensangabe versehen	Beschriften Sie die dargestellten Strukturen einer Synapse / den abgebildeten Versuchsaufbau / die Achsen des Koordinatensystems mit einer geeigneten Skala. Zeichnen Sie die Richtung der Kraft auf die Elektronen ein. Kennzeichnen Sie die Primär- und Fremdschlüssel. Benennen Sie das Molekül nach IUPAC.	I–II
<b>skizzieren</b>	eine grafische Darstellung so anfertigen, dass die wesentlichen Eigenschaften deutlich werden	Skizzieren Sie den Aufbau einer Synapse / schematisch den Verlauf der Titrationskurve / den Versuchsaufbau / den Graphen der Funktion.	I–II
<b>überführen</b>	eine Darstellung in eine andere Darstellungsform bringen	Überführen Sie das ER-Diagramm in ein optimiertes Relationenmodell.	I–II
<b>zeichnen/ grafisch darstellen</b>	eine hinreichend exakte grafische Darstellung anfertigen	Zeichnen Sie einen Blattquerschnitt / den Verlauf der Titrationskurve anhand der vorgegebenen Messwerte / die Momentaufnahme der Welle zum Zeitpunkt $t = \dots$ / den Graphen der Funktion / den Ableitungsbaum für den Term $(4 + x) \cdot y - 7$ . Stellen Sie den zeitlichen Verlauf der Konzentration des Medikaments im Blut grafisch dar.	I–II
<b>zusammenfassen</b>	das Wesentliche in strukturierter und komprimierter Form unter Verwendung der Fachsprache herausstellen	Fassen Sie die abiotischen Faktoren zusammen, die sich aus der Standortbeschreibung ergeben.	I–II

Operator(en)	Definition	Beispiel(e)	AFB
<b>Anforderungsbereich II</b>			
<b>abschätzen</b>	durch begründete Überlegungen Größenordnungen physikalischer Größen angeben	Schätzen Sie die auftretenden Messfehler / die Größe der Fläche ab.	II–III
<b>analysieren</b>	eine konkrete Materialgrundlage untersuchen, einzelne Elemente identifizieren, Beziehungen zwischen Elementen erfassen und zusammenhängend darstellen	Analysieren Sie den vorliegenden Stammbaum hinsichtlich des zugrunde liegenden Erbganges / die Beziehungen im ER-Diagramm.	II–III
<b>anwenden</b>	einen bekannten Sachverhalt, eine bekannte Methode auf eine neue Problemstellung beziehen	Wenden Sie die RGT-Regel auf das vorliegende Beispiel / das Massenwirkungsgesetz / dieses Verfahren an.	II
<b>auswerten</b>	Daten, Einzelergebnisse oder sonstige Sachverhalte zu einer abschließenden Gesamtaussage zusammenführen	Werten Sie die Daten der Verhaltensbeobachtung hinsichtlich der zugrunde liegenden Lernform / die vorgegebene Messreihe / die Ergebnisse in Abhängigkeit von dem Parameter k aus.	II
<b>begründen</b>	einen Sachverhalt oder eine Aussage argumentativ auf Gesetzmäßigkeiten oder kausale Zusammenhänge zurückführen	Begründen Sie die Aussage „Nikotin ist eine Droge“ unter Einbeziehung des vorliegenden Materials / die unterschiedlichen Säurestärken anhand der Molekülstrukturen / die Form der Bahnkurve der Elektronen im Magnetfeld / Ihre Entwurfsentscheidungen / dass die Funktion nicht mehr als drei Wendestellen aufweisen kann.	II–III
<b>bestimmen/ ermitteln</b>	einen Zusammenhang oder einen möglichen Lösungsweg aufzeigen und das Ergebnis formulieren	Bestimmen Sie die Richtung des Magnetfeldes / die Kardinalität der Beziehungen im ER-Diagramm / die Genotypen im vorliegenden Stammbaum / die Stelle des maximalen Anstiegs. Ermitteln Sie den Schnittpunkt ...	II
<b>darstellen</b>	Sachverhalte o. Ä. strukturiert fachsprachlich oder grafisch wiedergeben und Bezüge sowie Zusammenhänge aufzeigen	Stellen Sie den Zusammenhang zwischen Synapsenprozessen und Lernvorgängen mithilfe des vorliegenden Materials / Ihren Lösungsweg / die Messwerte grafisch / den Sachverhalt in einem Baumdiagramm oder einer Vierfeldertafel dar.	II

Operator(en)	Definition	Beispiel(e)	AFB
<b>deuten/ interpretieren</b>	Phänomene, Strukturen, Sachverhalte oder Ergebnisse auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und diese gegeneinander abwägen und auf das ursprüngliche Problem beziehen	Deuten / Interpretieren Sie die Ergebnisse der Experimente zur Transpiration unter ökologischen Gesichtspunkten / die Versuchsbeobachtungen der beiden Versuche / Ihr Ergebnis im Sachzusammenhang.	II–III
<b>entscheiden</b>	bei Alternativen sich eindeutig auf eine Möglichkeit festlegen (Eine Begründung ist nur dann notwendig, wenn dies explizit verlangt wird.)	Entscheiden Sie, welche der Ihnen bekannten Mutationsformen zu der veränderten Proteinstruktur führt / welche der Ihnen bekannten Verteilungen zu dieser Problemstellung passt. Entscheiden Sie unter Angabe einer Begründung, welcher der beiden Graphen zur Funktion $f$ gehört.	I–II
<b>entwerfen</b>	Herstellen und Gestalten eines Systems von Elementen unter vorgegebener Zielsetzung	Entwerfen Sie ein Nahrungsnetz für das vorliegende Ökosystem / ein Zustandsdiagramm / ein Klassendiagramm / eine Methode ...	II
<b>entwickeln</b>	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet in einen Zusammenhang bringen; eine Hypothese, eine Skizze oder ein Modell weiterführen und ausbauen	Entwickeln Sie aus den genannten Fragen und Vermutungen eine Hypothese zur Besiedlung Neuseelands durch Fledermäuse / aus den Angaben im Material einen Reaktionsmechanismus / einen Hypothesentest auf einem Signifikanzniveau von 5 %.	II–III
<b>erklären</b>	Sachverhalte o. Ä. unter Verwendung der Fachsprache auf fachliche Grundprinzipien oder kausale Zusammenhänge zurückführen	Erklären Sie das Zustandekommen der Artenarmut in dem Ökosystem / die schlechte Wasserlöslichkeit einer Aminosäure am IEP / das Zustandekommen des Beugungsbildes auf dem Schirm / die nebenstehende Rechnung / die Wahl Ihrer Vorgehensweise.	II–III
<b>erläutern</b>	Sachverhalte o. Ä. so darlegen und veranschaulichen, dass sie verständlich werden	Erläutern Sie die Ergebnisse des Experimentes / die Bindungsverhältnisse in der Peptidbindung auf der Grundlage des Orbitalmodells / den Einfluss der Gitterkonstante auf das Spektrum / die Bedeutung der folgenden Gleichungen im Sachzusammenhang / die Problemstellung anhand eines Beispiels.	II

Operator(en)	Definition	Beispiel(e)	AFB
<b>formulieren</b>	eine Fragestellung, eine Strukturformel, eine Reaktionsgleichung oder einen Reaktionsmechanismus notieren	Formulieren Sie eine Fragestellung zum Versuch / die Reaktionsgleichung der Fotosynthese bei Purpurbakterien / die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Maleinsäure mit Ethan-1,2-diol / eine Entscheidungsregel im Sachzusammenhang.	II
<b>herleiten</b>	einen Sachverhalt oder ein Ergebnis aus gegebenen Daten oder Gesetzmäßigkeiten entwickeln	Leiten Sie die Formel für die Schwingungsdauer in Abhängigkeit von ... / eine Formel für die Berechnung des Volumens her.	II–III
<b>implementieren</b>	Algorithmen und Datenstrukturen in einer Programmiersprache aufschreiben	Implementieren Sie die Methoden der Klasse <i>Keller</i> .	i. d. R. II–III
<b>modellieren</b>	zu einem Ausschnitt der Realität ein fachliches Modell anfertigen	Modellieren Sie den Verlauf des Graphen mithilfe einer quadratischen Funktion / eine Datenbank für das Kino als ER-Diagramm.	II–III
<b>ordnen/ einordnen/ zuordnen</b>	Sachverhalte in einen genannten Zusammenhang stellen (Eine Begründung ist nur dann notwendig, wenn dies explizit verlangt wird.)	Ordnen Sie die vorgegebenen Verbindungen nach steigender Siedetemperatur. Ordnen Sie die Grammatik unter Angabe einer Begründung in die Chomsky-Hierarchie ein. Ordnen Sie die Darwinfinken ihren unterschiedlichen ökologischen Nischen / den Graphen die entsprechenden Funktionsgleichungen zu.	I–II
<b>prüfen</b>	Sachverhalte, Aussagen oder Ergebnisse an Gesetzmäßigkeiten messen, verifizieren oder Widersprüche aufdecken	Prüfen Sie, ob die Ereignisse A und B stochastisch unabhängig / inwieweit die In-vitro-Veruche auf die Vorgänge im lebenden Organismus übertragbar sind.	II–III
<b>untersuchen</b>	Sachverhalte unter bestimmten Aspekten betrachten	Untersuchen Sie, welche biotischen und abiotischen Faktoren die ökologische Nische der Steinlaus bestimmen / die Lagebeziehung der beiden Ebenen / die Abhängigkeit der Schwingungsdauer von ...	II–III
<b>vergleichen/ gegenüberstellen</b>	nach vorgegebenen oder selbst gewählten Gesichtspunkten Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln und darstellen	Vergleichen Sie die Wirkung der beiden Neurotransmitter ACh und GABA / die Reaktivität von Alkanen und Alkenen / die Bahnkurven von Helium-Kernen und Elektronen im elektrischen und magnetischen Feld / beide Strategien unter Verwendung der Varianz / die beiden Lösungswege / die iterative mit der rekursiven Lösung.	II–III

Operator(en)	Definition	Beispiel(e)	AFB
<b>zeigen/ bestätigen/ nachweisen</b>	einen Sachverhalt oder eine Behauptung unter Verwendung gültiger Schlussregeln oder Berechnungen auf bekannte, gültige Aussagen zurückführen	Zeigen Sie mithilfe der mesomeren Grenzstrukturen die Reaktionsfähigkeit des Phenolats / anhand eines Ableitungsbaums, dass das Wort ableitbar ist / dass das betrachtete Viereck ein Drachenviereck ist. Bestätigen Sie unter Einbeziehung des Materials eine der beiden vorgegebenen Hypothesen zur Erregungsleitung / die Vermutung durch eine Rechnung. Weisen Sie nach, dass das Viereck ABCD ein Drachenviereck ist.	II–III
<b>Anforderungsbereich III</b>			
<b>beurteilen</b>	zu einem Sachverhalt oder einer Aussage unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden eine begründete Einschätzung geben	Beurteilen Sie die Eignung der dargestellten Therapieansätze für die Behandlung der erkrankten Personen / das experimentelle Ergebnis im Hinblick auf ... / welche der beiden vorgeschlagenen modellierenden Funktionen das ursprüngliche Problem besser darstellt / die folgende These: ...	III
<b>beweisen</b>	im mathematischen Sinn zeigen, dass eine Behauptung/Aussage richtig ist, z. B. unter Verwendung bekannter mathematischer Sätze, logischer Schlüsse und Äquivalenzumformungen	Beweisen Sie, dass die Gerade auf sich selbst abgebildet wird.	III
<b>diskutieren/ erörtern</b>	zu einer Aussage, Problemstellung oder These eine Argumentation entwickeln, die zu einer begründeten Bewertung führt	Diskutieren Sie, inwieweit die dargestellten Vorgänge an Synapsen neurobiologische Erklärungsansätze zur Gedächtnisbildung enthalten / die Möglichkeiten, die Lage des chemischen Gleichgewichtes zu beeinflussen. Erörtern Sie den Einfluss des pH-Wertes auf die Lage des Gleichgewichtes / die Modellierung im Sachzusammenhang.	III
<b>Stellung nehmen</b>	wie Operator ‚beurteilen‘, aber zusätzlich die eigenen Maßstäbe darlegen und begründen	Nehmen Sie Stellung zu der Aussage von ... / zur Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen in der Kunststoffindustrie / zu den gegebenen Modellierungen / zur Datenschutzproblematik.	III