

## 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, Formeln, Begriffe oder Daten ohne Erläuterungen, Begründungen und Lösungswege aufzählen bzw. wiedergeben	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
<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

Operator(en)	Definition	Beispiel(e)	AFB
<b>beschreiben</b>	Aussagen, Beobachtungen, Methoden, Sachverhalte, Strukturen, Verfahren 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/ kennzeichnen/ benennen</b>	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten, Abbildungen o. Ä. 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. Kennzeichnen Sie die Primär- und Fremdschlüssel. Benennen Sie das Molekül nach IUPAC.	I–II
<b>einzeichnen</b>	Elemente zu einer grafischen Darstellung hinzufügen	Zeichnen Sie die Richtung der Kraft auf die Elektronen ein.	I–II
<b>ergänzen</b>	Sachverhalte, Fachbegriffe oder Daten in einen gegebenen sachlogischen Kontext einfügen	Ergänzen Sie die fehlenden Strukturformeln im Reaktionsmechanismus / die fehlenden Strukturen an einer Acetylcholin führenden Synapse / die fehlenden Werte in der Vierfeldertafel / die fehlenden Fachbegriffe in der Skizze des Versuchsaufbaus.	I–II
<b>skizzieren</b>	eine grafische Darstellung so anfertigen, dass die wesentlichen Eigenschaften deutlich werden	Skizzieren Sie den Aufbau eines typischen Laubblattes grüner Landpflanzen / schematisch den Verlauf der Titrationskurve / ein Übersichtsschema (Fließdiagramm) der einzelnen Reaktionsschritte / 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 / die wesentlichen physikalischen Informationen des Materials zusammen.	I–II

Operator(en)	Definition	Beispiel(e)	AFB
<b>Anforderungsbereich II</b>			
<b>ableiten</b>	auf der Grundlage von Erkenntnissen oder Daten sachgerechte Schlüsse ziehen	Leiten Sie ab, welches Gas entsteht / den Erbgang der $\beta$ -Thalassämie ab. / aus dem Absorptionsspektrum eine Aussage über die Zusammensetzung des Sterns ab.	II–III
<b>abschätzen</b>	durch begründete Überlegungen Größenordnungen physikalischer Größen angeben	Schätzen Sie die auftretende Messunsicherheit / die Größe der Fläche ab.	II–III
<b>analysieren</b>	eine konkrete Materialgrundlage (ggf. unter Berücksichtigung einer bestimmten Fragestellung) 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>	Beobachtungen, Daten, Einzelergebnisse, Informationen oder sonstige Sachverhalte in einen Zusammenhang stellen und daraus Schlussfolgerungen ziehen	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, eine Aussage oder eine Vorgehensweise 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

Operator(en)	Definition	Beispiel(e)	AFB
<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, Zusammenhänge o. Ä. strukturiert und fachsprachlich formulieren oder mithilfe von Zeichnungen oder Tabellen wiedergeben	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
<b>deuten/ interpretieren</b>	Phänomene, Ergebnisse, Beschreibungen und Annahmen o. Ä. (ggf. vor dem Hintergrund einer Fragestellung oder Hypothese) auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und in einen nachvollziehbaren Zusammenhang bringen	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

Operator(en)	Definition	Beispiel(e)	AFB
<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. veranschaulichend unter Verwendung der Fachsprache darstellen und ggf. durch zusätzliche Informationen verständlich machen	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
<b>formulieren, aufstellen</b>	Fragestellungen, Regeln, Formeln, Gleichungen, Reaktionsgleichungen oder Reaktionsmechanismen entwickeln	Formulieren Sie eine Fragestellung zum Versuch / die Reaktionsgleichung der Fotosynthese bei Purpurbakterien / die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Maleinsäure mit Ethanol-1,2-diol / eine Entscheidungsregel im Sachzusammenhang. Stellen Sie ausgehend von den gegebenen Informationen ein lineares Gleichungssystem / eine begründete Hypothese auf.	II
<b>herleiten</b>	einen Sachverhalt, ein Ergebnis oder einen Zusammenhang 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>	ein informatives Modell (z. B. Algorithmen oder Datenstrukturen) auf einem oder für ein Informatiksystem umsetzen	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 / den Spannungsverlauf bei der Entladung des Kondensators mit einer geeigneten Funktion.	II–III

Operator(en)	Definition	Beispiel(e)	AFB
<b>ordnen/ einordnen/ zuordnen</b>	Sachverhalte, Begriffe oder Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale in einen systematischen Zusammenhang stellen (Eine Begründung ist nur dann notwendig, wenn dies explizit verlangt wird.)	Ordnen Sie die vorgegebenen Verbindungen nach steigender Siedetemperatur / die untersuchten Stoffe aufsteigend nach ihrer Dielektrizitätszahl $\epsilon_r$ . 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>planen</b>	zu einem vorgegebenen Problem (auch experimentelle) Lösungswege entwickeln und dokumentieren	Planen Sie ein Experiment zur Untersuchung der Wirksamkeit der dargestellten Substanz / zur Unterscheidung der beiden Stoffe / zur Bestimmung der Federkonstante.	II–III
<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 oder Phänomene unter bestimmten Aspekten betrachten und mithilfe fachspezifischer Arbeitsweise erschließen	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 Kriterien 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
<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 Phenolations / 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

Operator(en)	Definition	Beispiel(e)	AFB
<b>Anforderungsbereich III</b>			
<b>bewerten</b>	wie Operator ‚beurteilen‘, aber zusätzlich gesellschaftliche Werte und Normen berücksichtigen	Bewerten Sie das Eugenik-Programm Zyperns zur Eindämmung der $\beta$ -Thalassämie / die Chancen und Risiken der zivilen Nutzung der Kernenergie anhand physikalischer Aspekte und gesellschaftlicher Werte.	III
<b>beurteilen</b>	zu einem Sachverhalt oder einer Aussage unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden eine begründete Einschätzung geben	Beurteilen Sie anhand von drei Aspekten den Einsatz der Kunststoffe aus ökologischer Sicht / 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 Einschätzung führt	Diskutieren Sie, inwieweit die dargestellten Vorgänge an Synapsen neurobiologische Erklärungsansätze zur Gedächtnisbildung enthalten / die Möglichkeiten, die Lage des chemischen Gleichgewichtes zu beeinflussen / die Chancen und Risiken der zivilen Nutzung der Kernenergie. 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 / zu der Aussage „die Schwerionentherapie zur Behandlung von Krebs ist in jedem Fall anderen Therapieformen vorzuziehen“.	III