

Operatoren in der Physik



Operatoren

in der Physik

Zusammengestellt für den Fachbereich Physik an der FOS-BOS NES

Im Physikunterricht gibt es eine Vielzahl von Prüfungsformen, die dem Schüler ermöglichen sollen, sein erworbenes Wissen auf Vollständigkeit und Richtigkeit hin zu kontrollieren. Mögliche Prüfungsformen sind

- Einzelfrage während des Unterrichts
- Stegreifaufgaben
- Kurzarbeit
- Schulaufgaben
- Feststellungsprüfungen
- Abschlussprüfungen

Allen Prüfungsformen ist gemein, dass sie konkrete Arbeitsanweisungen enthalten, die den Schüler zu einer **bestimmten Handlung auffordern** (z.B. „berechnen Sie ...“, „zeichnen Sie ...“ oder „stellen Sie eine Hypothese auf ...“). Diese meist im Imperativ formulierten Handlungsanweisungen werden **Operatoren** genannt. Arbeitsaufträge in Frageform (z.B. „Wie groß ist der Betrag der Geschwindigkeit ...?“) sind – vor allem in schriftlichen – Prüfungen sehr selten. Es gibt keine vollständige Liste aller im Physik-Unterricht vorkommenden Operatoren, daher ist hier vor allem die **Lese- und Sprachkompetenz** des Schülers gefragt. In diesem Dokument sind die wichtigsten Operatoren sowie deren Erläuterungen aufgeführt. Ergänzen Sie diese Liste im Bedarfsfall durch eigene Eintragungen.

Inhalt:

0	Was sind Operatoren und warum gibt es sie ?	Seite 1
1	Operatoren-Liste	Seite 2
2	Anforderungsbereiche der wichtigsten Operatoren	Seite 6
3	Wichtige Konjunktionen	Seite 7
4	Hilfsmittel „Duden“	Seite 7
5	Eigene Notizen	Seite 8

0 Was sind Operatoren und warum gibt es sie ?

Prüfungsaufgaben enthalten Arbeitsanweisungen, die im Rahmen der Prüfung zu erledigen sind. Diese Arbeitsanweisungen sind meistens in imperativer Form verfasst und enthalten ein Verb, das genau festlegt, „was“ der Prüfungling zu „machen“ hat. Dieses Verb wird als „**Operator**“ bezeichnet. **Beispiel** für eine Prüfungsaufgabe:

„**Berechnen** Sie die maximale Höhe eines vom Boden aus senkrecht nach oben geworfenen Balles“.

Prüfungsfragen in Frageform sind – sofern sie überhaupt gestellt werden – eher die Ausnahme. Das zur obigen Aufgabe passende **Beispiel** für eine Prüfungsfrage wäre:

„Ein Stein wird senkrecht nach oben geworfen. **Welche** maximale Höhe erreicht der Ball ?“












Diese Prüfungsfrage lässt offen, welche **Lösungsmethode** Sie verwenden: Sie können das Ergebnis zum Beispiel rechnerisch, graphisch oder durch Ausprobieren mit dem Taschenrechner ermitteln – oder auch raten. In der Prüfung soll aber festgestellt werden, ob Sie **unterschiedliche Lösungsmethoden** beherrschen, um Aufgaben zu lösen. Deswegen wird bei einer Prüfungsaufgabe eine solche Lösungsmethode in Form eines **Operators** vorgeschrieben und deswegen sollen innerhalb einer Prüfung unterschiedliche Lösungsmethoden gefordert werden. Aus diesem Grund ist es wichtig, die in einer Prüfung vorgegebenen Operatoren richtig zu verstehen – und genau darum geht es in diesem Dokument.

1 Operatorenliste





Die folgende Aufstellung listet die **wichtigsten Operatoren** auf, die im Physik-Unterricht eingesetzt werden können. Diese Operatoren werden zusätzlich erklärt und anhand eines Beispiels demonstriert. **Rot hervorgehobene Operatoren** und mit einem Ausrufezeichen (siehe Abbildung rechts) treten in Physik-Prüfungen besonders häufig auf, es können aber auch andere, nicht rot markierte oder hier nicht aufgeführte Operatoren eingesetzt werden. Bei einigen Operatoren muss man besonders aufpassen – wer hier nicht richtig liest, kann in eine „Falle“ tappen. Solche Operatoren sind mit einem kleinen „Teufelchen“ markiert.


In der Physik
häufig verwen-
dete Operatoren


Achtung
Falle !

Operator/ Begriff	Erklärung	Anmerkungen/ Beispiel
ableiten	Auf Grundlage von Erkenntnissen sachgerechte Schlüsse ziehen.	„Leiten Sie von einem Kräfteplan ausgehend die Gleichung für den Betrag der Hangabtriebskraft ab .“
abschätzen	Durch begründete Überlegungen Größenordnungen physikalischer Größen angeben. 	„Schätzen Sie die Entfernung des Kirchturmes ab .“
abwägen	Vergleichend und prüfend ganz bedenkend. Das Pro und Contra einer Sache prüfen.	„Wägen Sie zwischen Nutzen und Risiken ab , die sich aus dem Verzicht auf ein Tempolimit auf den Autobahnen ergeben.“
analysieren untersuchen	Unter einer gegebenen Fragestellung wichtige Bestandteile oder Eigenschaften herausarbeiten. Systematisches Untersuchen eines Sachverhaltes, bei dem Bestandteile, dessen Merkmale und ihre Beziehungen zueinander erfasst und dargestellt werden.	„Analysieren Sie die Ortskurve des Autos.“ „Untersuchen Sie beim senkrechten Wurf eines Balles nach oben die Bewegung des Balles am höchsten Punkt.“
anfertigen	Etwas mit Überlegung machen bzw. herstellen.	„Fertigen Sie eine Schaltskizze an .“
 angeben	Objekte, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen, Begründungen und ohne Darstellung von Lösungsansätzen oder Lösungswegen aufzählen.	„Geben Sie die Masse des Balles an .“ Sofern nicht anders angegeben, ohne Begründung.
(ein Argument) angeben	 Achtung Falle	„Geben Sie ein Argument an “ Hier muss argumentiert werden ! 
ankreuzen	Multiple Choice: Ankreuzen einer oder mehrerer richtiger Antworten. Achten Sie bei der Fragestellung darauf, wie die Antworten (Kreuze) bewertet werden ! 	„Von den nachstehenden drei Antworten ist nur eine richtig. Kreuzen Sie diese richtige Antwort an .“ Sofern nicht anders angegeben, ohne Begründung.
anwenden	Einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen.	„Wenden Sie die allgemeine Ortsgleichung für eine Bewegung mit konstanter Beschleunigung auf den freien Fall an .“
aufbauen (Experimente)	Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren.	„Bauen Sie mit den vorhandenen Mitteln einen Versuch zur Messung der momentanen Geschwindigkeit auf .“
aufstellen (von Gleichungen)	Im Einzelnen etwas in bestimmter Form schriftlich festhalten, formulieren.	„Stellen Sie die Funktionsgleichung für die kinetische Energie des Körpers in Abhängigkeit von der Fallhöhe auf .“
aufstellen von Hypothesen	Eine begründete Vermutung formulieren.	„Stellen Sie eine Hypothese dazu auf , warum eine Wand, gegen die man sich lehnt und dadurch auf die Wand eine Kraft ausübt, mit genau der betragsgleichen Kraft entgegengesetzt drückt (<i>actio gleich reactio</i>).“
 auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder sonstige Elemente in einen Zusammenhang stellen und gegebenenfalls zu einer Gesamtaussage (Schlussfolgerung) zusammenführen.	„Werten Sie die Daten aus der Tabelle mit Hilfe eines Diagrammes aus .“
auswählen	Aus einer vorgegebene Anzahl von Objekten etwas prüfend herausuchen.	„Wählen Sie von den drei Kurven im t-s-Diagramm eine aus .“ Sofern nicht anders angegeben, ohne Begründung.
beantworten	Auf eine Frage eine Antwort geben.	„Beantworten Sie die folgenden Fragen: . . .“
 begründen zeigen	Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen. Komplexe Grundgedankenargumentativ schlüssig entwickeln und im Zusammenhang darstellen.	„Begründen Sie, warum sich ein Stein in Vakuum schneller bewegt als in Luft.“ „Zeigen Sie durch Berechnung, dass auf den Körper keine resultierende Kraft einwirkt.“
benennen	Begriffe und Sachverhalte einer vorgegebenen Struktur zuordnen.	„Benennen Sie die einzelnen Kraftvektoren des Kräfteplans.“
beobachten	Etwas genau, mit Aufmerksamkeit und forschend ansehen bzw. betrachten.	„Beobachten Sie den nach oben geworfenen Gegenstand zwischen dem Zeitpunkt des Abwurfes und dem Aufprall auf den Boden.“
 berechnen	Aus Größengleichungen physikalische Größen gewinnen. Ergebnisse aus gegebenen Daten generieren.	„Berechnen Sie die maximale Wurfweite.“
 bestimmen (rechnerisch)	→ berechnen	„Bestimmen Sie durch Berechnung den maximalen Betrag der Geschwindigkeit.“
 bestimmen (graphisch)	Aus in Diagrammen durch Anwendung graphischer Methoden Größen gewinnen.	„Bestimmen Sie durch Auswertung der Graphik die mittlere Geschwindigkeit des Fahrzeuges.“
 bestimmen (Experiment)	Mit Hilfe eines Experimentes eine physikalische Größen gewinnen.	„Bestimmen Sie experimentell den Betrag F_H der Hangabtriebskraft.“

Operator/ Begriff	Erklärung	Anmerkungen/ Beispiel
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben. Wesentliche Informationen aus vorgegebenem Material oder aus Kenntnissen zusammenhängend und schlüssig wiedergeben.	„ Beschreiben Sie den Aufbau und die Durchführung eines Versuches zur Messung der mittleren Geschwindigkeit eines Autos.“
bestätigen	Die Gültigkeit einer Hypothese, Modellvorstellung, Naturgesetzes durch ein Experiment <i>oder durch Berechnung</i> verifizieren (belegen). Strukturen, Sachverhalte, Verfahren oder Zusammenhänge in eigenen Worten unter Berücksichtigung der Fachsprache sprachlich angemessen wiedergeben. (hierbei sind einschränkende Zusatzangaben möglich.)	„ Bestätigen Sie durch Herleitung aus der allgemeinen Ortsgleichung und den Newtonschen Gesetzen die Gleichung $E = \frac{1}{2} m v^2$ für die Beschleunigungsarbeit.“
beurteilen	Zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen. Aussagen, Behauptungen, Vorschläge oder Maßnahmen im Zusammenhang auf ihre Stichhaltigkeit bzw. Angemessenheit prüfen und dabei die angewandten Kriterien nennen, ohne persönlich Stellung zu beziehen.	„ Beurteilen Sie, ob die Messung des Betrages der Geschwindigkeit eines Autos mit Hilfe zweier Lichtschranken oder mit Hilfe einer Radarfalle genauer ist.“
beweisen	Mit Hilfe von sachlichen Argumenten durch logisches Herleiten eine Behauptung/Aussage belegen (<i>verifizieren</i>) bzw. widerlegen (<i>falsifizieren</i>).	„ Beweisen Sie, dass sich die maximale Entfernung des vom Boden aus nach oben geworfenen Balles rechnerisch aus der maximalen potentiellen Energie des Balles ergibt.“
bewerten	Sachverhalte, Gegenstände, Methoden, Ergebnisse etc. an Beurteilungskriterien oder Normen und Werten messen. Aussagen, Behauptungen, Vorschläge oder Maßnahmen beurteilen, eine persönliche Stellungnahme abgeben und dabei die eigenen Wertmaßstäbe offen legen..	„ Bewerten Sie die Genauigkeit, mit der mit Hilfe zweier Lichtschranken der Betrag der Momentangeschwindigkeit gemessen werden kann.“
charakterisieren	Sachverhalte und Vorgänge mit ihren typischen Merkmalen beschreiben und in ihren Grundzügen bestimmen.	„ Charakterisieren Sie den zentralen und vollelastischen Stoß.“
 darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden, Hypothesen und Bezüge in übersichtlich strukturierter, fachlich sachgerechter oder vorgegebener Form wiedergeben.	„ Stellen Sie den Zusammenhang zwischen dem Neigungswinkel α einer geneigten Ebene und dem Betrag F_H der Hangabtriebskraft graphisch dar .“
deuten	siehe „interpretieren“	„ Deuten Sie im t-s-Diagramm die Steigung der Ortskurve.“
diskutieren	Zu einer vorgegeben Problemstellung durch Abwägen von Pro- und Kontra-Argumenten ein begründetes Urteil fällen/eine begründete Meinung formulieren.	„ Diskutieren Sie die beiden Ergebnisse.“
erörtern		„ Erörtern Sie, welche der beiden Gleichungen zu einem zuverlässigeren Ergebnis führt.“
dokumentieren	Alle notwendigen Erklärungen, Herleitungen und Skizzen darstellen. Zu einem gegebenen physikalischen Experiment Messdaten aufnehmen.	„ Dokumentieren Sie jeden einzelnen Schritt bei der Durchführung des Versuches.“
durchführen (Experimente)	An einer Experimentieranordnung zielgerichtete Messungen und Änderungen vornehmen.	„Erläutern Sie, wie das Experiment durchgeführt wird.“
einordnen	Sachverhalte (...) begründet in einen vorgegebenen Zusammenhang stellen oder in ein Ordnungsraster (<i>Ordnungsschema</i>) einordnen. Sachverhalte, Vorgänge begründet in einen vorgegebenen Zusammenhang stellen.	„ Ordnen Sie den beobachteten Stoßvorgang in die Ihnen bekannten Stoßformen ein .“
eintragen	Etwas in eine dafür vorgesehene Struktur (z.B. in eine Tabelle oder Graphik) schreiben.	„ Tragen Sie in einer Skizze alle auf eine schwimmende Kugel wirkenden Kräfte sowie deren resultierende Gesamtkraft ein .“
 entnehmen	Sachverhalte in einem vorgegebenen Quelle (z.B. einem Text oder einer Graphik) erkennen und aufschreiben.	„ Entnehmen Sie dem t-v-Diagramm die zwischen $t=0$ und $t=1,0$ s zurückgelegte Strecke.“
entscheiden	Sich bei Alternativen eindeutig und begründet auf eine Möglichkeit festlegen.	„ Entscheiden Sie, ob das Auto nach 20 Sekunden Fahrzeit eine Strecke von mindestens 200 m zurückgelegt hat.“
entwerfen planen (Experimente)	Zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung erstellen/erfinden. Zu einer gegebenen Fragestellung ein physikalisches Experiment entwickeln.	„ Entwerfen Sie einen Versuchsaufbau zur Messung der Geschwindigkeit einer Kugel“
entwickeln aufstellen	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen. Eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment, ein Modell oder eine Theorie schrittweise weiterführen und ausbauen.	
ergänzen	Durch <i>Hinzufügung</i> etwas vervollständigen oder erweitern.	„ Ergänzen Sie den Lückentext um die fehlenden Begriffe.“
erkennen	In einer vorgegebenen Quelle (z.B. einem Text) bestimmte Sachverhalte aufgrund ihrer Merkmale finden.	„Der folgende Text enthält einen fachlichen Fehler. Erkennen Sie diesen Fehler und markieren Sie die entsprechende Textstelle.“

Operator/ Begriff	Erklärung	Anmerkungen/ Beispiel
erklären	<p>Einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich machen. Informationen und Sachverhalte (z. B. Erscheinungen, Entwicklungen) so darstellen, dass Bedingungen, Ursachen, Folgen und Gesetzmäßigkeiten verständlich werden.</p> <p>Informationen durch eigenes Wissen und eigene Einsichten begründet in einen Zusammenhang stellen (z. B. Theorie, Modell, Gesetz, Regel).</p>	„ Erklären Sie, warum der Betrag der Geschwindigkeit des Balles beim Herunterrollen einer geneigten Ebene zunimmt.“
erläutern	<p>Einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen veranschaulichen und verständlich machen.</p> <p>Sachverhalte mit Hilfe eigener Kenntnisse verständlich und nachvollziehbar machen und ggf. durch zusätzliche Informationen in Zusammenhänge einordnen,</p> <p>Wesentliche Seiten eines Sachverhalts Gegenstands Vorgangs an Beispielen oder durch zusätzliche Informationen verständlich machen.</p>	„ Erläutern Sie mit Worten, wie sich die Bewegung der Kugel mit dem Energieerhaltungssatz in Einklang bringen lässt.“
 ermitteln	Einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren.	„ Ermitteln Sie anhand eines Kräfteplans den Betrag der Kraft“
 ermitteln (graphisch)	→ ermitteln	„ Ermitteln Sie durch graphische Auswertung der Messreihe den Betrag a der Beschleunigung.“
erörtern	Etwas ausführlich und in (allen) Einzelheiten besprechen.	
erstellen (Graphik)	Sachverhalte inhaltlich und methodisch angemessen graphisch darstellen und mit fachsprachlichen Begriffen beschriften (z. B. Fließschema, Diagramm, Kartenskizze ...).	„ Erstellen Sie eine Graphik ...“
erstellen (Rechnerisch)	Siehe erstellen	„ Erstellen Sie eine Gleichung ...“
formulieren	Eine Beschreibung eines Sachverhaltes oder eines Vorgangs in einer Folge von Symbolen oder Wörtern angeben.	„ Formulieren Sie eine Gleichung, aus der der Zusammenhang zwischen dem Radius einer Kugel bekannten Materials und deren Gewichtskraft ergibt.“
gestalten	Sich produkt-, rollen- bzw. adressatenorientiert mit einem Problem durch Entwerfen z. B. von Reden, Modellen oder Ähnlichem auseinandersetzen.	
gliedern	Aussagen in eine logische Reihenfolge oder in eine systematische Ordnung bringen.	
herausarbeiten	<p>Informationen und Sachverhalte aus vorgegebenem Material entnehmen und wiedergeben.</p> <p>Informationen und Sachverhalte unter bestimmten Gesichtspunkten aus vorgegebenem Material entnehmen, wiedergeben und/oder gegebenenfalls berechnen.</p>	
herausfinden	Entdecken.	
 herleiten	<p>Aus Größengleichungen durch mathematische Operationen eine physikalische Größe freistellen.</p> <p>Die Entstehung oder Ableitung von gegebenen oder beschriebenen Sachverhalten aus anderen Sachverhalten darstellen.</p> <p>Aus Größengleichungen durch mathematische Operationen eine physikalische Größe freistellen und dabei wesentliche Lösungsschritte kommentieren .</p>	„ Leiten Sie allgemein die Gleichung her , die den Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit des Autos und der Beschleunigungsstrecke aufzeigt.“
Hypothese aufstellen	→Aufstellen von Hypothesen	
interpretieren deuten	<p>Kausale Zusammenhänge in Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und abwägend herausstellen.</p> <p>Zusammenhänge bzw. Ergebnisse begründet auf gegebene Fragestellungen beziehen</p>	
kennzeichnen	Etwas (durch ein Kennzeichen) hervorheben.	„ Kennzeichnen Sie, ob die folgenden Aussagen wahr oder falsch sind“
kommunizieren	<p>Sich verständigen, miteinander sprechen.</p> <p>Informationen austauschen.</p>	
 konstruieren	→ Etwas zeichnerisch oder tatsächlich aufbauen.	<p>„Konstruieren Sie die Hangabtriebskraft mit Hilfe eines Kräfteplanes“</p> <p>Merkmal einer zeichnerischen Konstruktion ist, dass neu Inhalte der Zeichnung aus bereits angefertigten Elementen der Zeichnung hervorgehen (z.B. Kräfte durch ein Kräfteparallelogramm).</p>
markieren	Etwas (durch eine Markierung, eine Marke) hervorheben	
nachweisen	Nachweise erbringen unter Verwendung von bekannten physikalischen Gegebenheiten und Zusammenhängen sowie logischer Schlussfolgerungen bzw. unter Verwendung von Gegenbeispielen.	„ Weisen Sie durch allgemeine Berechnung nach , dass folgende Gleichung den Zusammenhang zwischen dem Betrag der Aufprallgeschwindigkeit und der Fallhöhe h angibt:“

Operator/ Begriff	Erklärung	Anmerkungen/ Beispiel
 nennen angeben	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen aufzählen. Etwas mit einem passenden Begriff bezeichnen, Informationen aus vorgegebenem Material unkommentiert entnehmen.	Sofern nicht anders angegeben, ohne Begründung. 
Einen GUND nennen	Begriffe und Sachverhalte einer vorgegebenen Struktur zuordnen.	„ Benennen Sie einen Grund dafür, warum der Hartgummiball nach auf dem Aufprall auf den Betonboden wieder nach oben springt.“
Position beziehen	→ Stellung nehmen	
planen (Experiment)	Zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden und eine Experimentieranleitung erstellen.	
präsentieren	Etwas in geeigneter Form so darstellen, dass die gezeigten Inhalte schnell erfasst werden können.	
prüfen	Sachverhalte, Probleme, Fragestellungen nach bestimmten, fachlich üblichen bzw. sinnvollen Kriterien bearbeiten (beinhaltet ggf. zusätzliche praktisch-experimentelle Anteile). Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und ggf. Widersprüche aufdecken.	
 skizzieren	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert übersichtlich darstellen. Wesentliche Eigenschaften von Sachverhalten oder Objekten übersichtlich graphisch darstellen (auch möglich: Freihandskizzen).	„ Skizzieren Sie den Verlauf der kinetischen Energie in Abhängigkeit von der Zeit t“
Stellung nehmen	Stellung nehmen: Zu einer Behauptung, einer Aussage begründend eine eigene Meinung äußern.	
strukturieren ordnen	Vorliegende Objekte kategorisieren und hierarchisieren.	
überprüfen prüfen testen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken. Vorgegebene Aussagen bzw. Behauptungen an konkreten Sachverhalten auf ihre Stimmigkeit und Angemessenheit hin untersuchen und dabei eventuelle Widersprüche aufzeigen.	
untersuchen	Sachverhalte, Probleme, Fragestellungen nach bestimmten, fachlich üblichen bzw. sinnvollen Kriterien bearbeiten (beinhaltet ggf. zusätzliche praktisch-experimentelle Anteile). Sachverhalte/Objekte erkunden, Merkmale und Zusammenhänge herausarbeiten	„ Untersuchen Sie, ob sich die kinetische Energie einer senkrecht nach oben geworfenen Kugel zwischen Abwurf und Aufprall geändert hat.“
verallgemeinern	Aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage treffen.	
veranschaulichen	Etwas zum bessern Verständnis in geeignete Worte fassen oder graphisch darstellen.	„ Veranschaulichen Sie das elektrische Feld der Hohlkugel“
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln. Gemeinsamkeiten und Unterschiede gewichtend einander gegenüberstellen und ein Ergebnis/eine Schlussfolgerung formulieren.	
vervollständigen	Einer vorgegebenen und unvollständigen Struktur (z.B. einer Graphik oder einem Text) die fehlenden Elemente hinzufügen.	
wiedergeben	Informationen aus vorgegebenem Material aufzählen oder einen Sachverhalt aus dem Wissen vortragen.	
 zeichnen	Eine möglichst exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen (Informationen) anfertigen. (Kursiv dargestellter Teil durch Jä hinzugefügt.)	„ Zeichnen Sie den Graphen für den Zusammenhang zwischen dem Neigungswinkel α einer geneigten Ebene und dem Betrag der Hangabtriebskraft.“
 zeigen	Aussagen oder Sachverhalte auf bekannte Regeln, Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen.	„ Zeigen Sie, ausgehend vom Impulserhaltungssatz, durch allgemeine theoretische Herleitung, dass für den Betrag der Geschwindigkeit folgende Gleichung gilt:“
zuordnen	→ siehe einordnen	
zusammenfassen	Das Wesentliche in konzentrierter Form wiedergeben.	

Anforderungsbereiche

Jeder **Operator** fordert den zu prüfenden Schüler zu einer bestimmten **Handlung** auf. Diese können mit unterschiedlichen **Leistungsanforderungen** verbunden sein. **Beispiele:**

Frage: Nennen Sie eine Methode zur Messung der Geschwindigkeit eines Autos.	Antwort: Radarfalle.	Das nennen des Begriffes „Radarfalle“ reicht aus. Eine weitere Begründung oder eine Darstellung der Methode ist nicht erforderlich.	Geringe Leistungsanforderung. Solche Aufgaben werden in der Regel bei der Bewertung sehr niedrig bewertet.
Frage: Erläutern Sie eine Methode zur Messung der Geschwindigkeit eines Autos	Antwort: Die Radarfalle ermöglicht die Messung der momentanen Geschwindigkeit eines Autos. Sie besteht aus einem Radarsender und einem Radarempfänger : Ein vom Radarsender abgeschicktes Radarsignal wird vom bewegten Auto reflektiert . Je nach Geschwindigkeit des Autos ändert sich die Wellenlänge des reflektierten Radarsignals (Doppler-Effekt). Nach Empfang dieses Signals im Radargerät wird aus der Wellenlängen-Änderung die Geschwindigkeit des Autos berechnet .	Das nennen des Begriffes „Radarfalle“ reicht nicht aus. Zusätzlich ist gefragt, wie das genannte Messverfahren (hier die Radarfalle) grundsätzlich funktioniert.	Hohe Leistungsanforderung. Solche Aufgaben werden in der Regel bei der Bewertung sehr hoch bewertet.

Schreiben Sie (sofern nicht anders verlangt) immer in ganzen Sätzen !

Die folgende Liste gibt die drei **Leistungsanforderungen (Leistung)** nach dem Lehrplan Plus wieder:

AFB	Leistung	Inhalt	Beispiele
I	Reproduktionsleistungen	Umfasst das Wiedergeben und Beschreiben von fachspezifischen Sachverhalten aus einem abgegrenzten Gebiet und im gelernten Zusammenhang unter reprodutivem Benutzen geübter Arbeitstechniken.	<ul style="list-style-type: none"> - Wiedergeben von grundlegendem Fachwissen unter Verwendung der Fachterminologie. - Bestimmen der Art des Materials - Benennen und Anwenden von Arbeitstechniken und Methoden
II	Reorganisations- und Transferleistungen.	Umfasst das selbstständige Erklären, Bearbeiten und Ordnen bekannter fachspezifischer Inhalte und das angemessene Anwenden gelernter Inhalte und Methoden auf andere Sachverhalte.	<ul style="list-style-type: none"> - Erklären kategorialer, struktureller und zeitlicher Zusammenhänge - sinnvolles Verknüpfen und Einordnen unterschiedlicher, z.B. politischer, ökonomischer, soziologischer, historischer,
III	Reflexion und Problemlösung.	Umfasst den reflexiven Umgang mit neuen Problemstellungen, den eingesetzten Methoden und gewonnenen Erkenntnissen, um zu Begründungen, Folgerungen, Beurteilungen und Handlungsoptionen zu gelangen.	<ul style="list-style-type: none"> - selbstständiges Erörtern unterschiedlicher Sachverhalte - Entfalten einer strukturierten, multiperspektivischen und problemorientierten Fragestellung - Reflektieren der eigenen Urteilsbildung - problemorientiertes Umsetzen von Kenntnissen

Die folgende Liste gibt einen Überblick darüber, **welche Operatoren aus der Physik welche Kompetenzen** (Fachkenntnisse, Fachmethode, ...) **erfordern**:

AFB	Fachkenntnisse	Fachmethode	Kommunikation	Reflexion
I	wiedergeben <u>nennen</u> benennen <u>skizzieren</u>	aufbauen <u>beschreiben</u> durchführen umformen nutzen <u>auswerten</u> <u>berechnen</u> beobachten <u>bestimmen</u>	<u>darstellen</u> beantworten präsentieren kommunizieren	beschreiben darstellen
II	auswählen verknüpfen <u>entnehmen</u> <u>erläutern</u> <u>anwenden</u>	übertragen aufbauen planen entwickeln erörtern herleiten optimieren nutzen erläutern <u>berechnen</u>	strukturieren darstellen <u>formulieren</u> erläutern <u>diskutieren</u>	<u>einordnen</u> interpretieren <u>beurteilen</u> abwägen
III	<u>auswählen</u> verknüpfen <u>erklären</u> <u>anwenden</u>	entwickeln <u>herleiten</u> <u>erklären</u>	<u>analysieren</u> <u>diskutieren</u> erörtern <u>erklären</u>	erkennen <u>erklären</u> herausfinden Position beziehen <u>prüfen</u> beurteilen interpretieren

Die **rot hervorgehobenen** Operatoren werden in Physik-Prüfungsarbeiten **häufig** verwendet.

3 Konjunktionen

Konjunktionen (Bindewörter) in Prüfungsaufgaben werden häufig übersehen oder falsch verstanden. Das kann dazu führen, dass Aufgaben nur teilweise bearbeitet werden oder dass eine Doppelbearbeitung stattfindet. Hier finden Sie die wichtigsten Konjunktionen, die in Prüfungsaufgaben vorkommen können:

Konjunktion	Beispiel	Bedeutung
... und ...	Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit und die mittlere Beschleunigung des Autos.	Bedeutung: Es sind zwei Ergebnisse verlangt: - Die maximale Geschwindigkeit und - die mittlere Beschleunigung. Gefahr: Überlesen der Konjunktion – ein Teil der Aufgabe wird nicht bearbeitet.
... oder ...	Ermittlen Sie graphisch oder rechnerisch die Dauer der Bewegung.	Bedeutung: Es ist nur eine Lösung verlangt: - Die graphische Lösung oder - Die rechnerische Lösung. Gefahr: Doppelbearbeitung.
... sowie ...	Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit sowie die mittlere Beschleunigung des Autos.	Bedeutung: Gleichbedeutend mit und . Es sind zwei Ergebnisse verlangt: - Die maximale Geschwindigkeit und - die mittlere Beschleunigung. Gefahr: Überlesen der Konjunktion.
... beziehungsweise ...	Ermittlen Sie graphisch beziehungsweise rechnerisch die Dauer der Bewegung.	Bedeutung: Gleichbedeutend mit oder . Es ist nur eine Lösung verlangt: - Die graphische Lösung oder - Die rechnerische Lösung. Gefahr: Doppelbearbeitung.
... sowohl ... als auch ...	Berechnen Sie sowohl die maximale Geschwindigkeit als auch die mittlere Beschleunigung des Autos.	Bedeutung: Gleichbedeutend mit und . Es sind zwei Ergebnisse verlangt: - Die maximale Geschwindigkeit und - die mittlere Beschleunigung. Gefahr: Überlesen der Konjunktion.
... ferner ...	Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit des Autos, ferner seine mittlere Beschleunigung.	Bedeutung: Gleichbedeutend mit und . Es sind zwei Ergebnisse verlangt: - Die maximale Geschwindigkeit und - die mittlere Beschleunigung. Gefahr: Überlesen der Konjunktion.

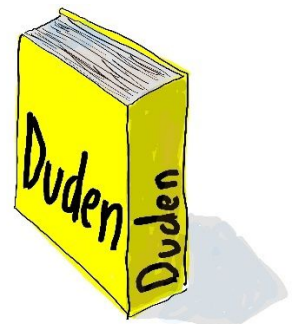
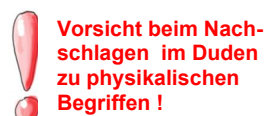
Wichtig: Lesen Sie immer erst eine Aufgabe ganz durch, bevor Sie sie bearbeiten. Dann ist die Gefahr, dass Sie Konjunktionen und damit Teile einer Aufgabe übersehen, verringert.

4 Hilfsmittel Duden

Als weiteres Hilfsmittel bei Prüfungen in allen Fächern ist ein zugelassenes **Deutsch-Wörterbuch** („Duden“) erlaubt. Zur Frage, **welches** Wörterbuch zugelassen ist, wenden Sie sich bitte an Ihren Deutschlehrer.

Wenn Ihnen – zum Beispiel im Rahmen von Hausaufgaben oder Prüfungen – die Bedeutung von Konjunktionen oder Operatoren (oder anderen Begriffen) in einem Aufgabentext nicht eindeutig klar sind, schlagen Sie im Duden nach. Wie bei allen anderen zugelassenen Hilfsmitteln auch (etwa Merkhilfen, Formelsammlungen, Taschenrechner oder Tabellenwerke) gilt:

Freunden Sie sich möglichst rasch mit Ihrem Wörterbuch an



5 Eigene Notizen

