**Kleine Test- und Diagnoseaufgaben zu Konzepten der Mechanik**

**AG Materialentwicklung für den Physikunterricht in der gymnasialen Oberstufe, Lehrplannavigator, NRW**

Aufgaben dieser Art lassen sich in kurzen formativen Tests nutzen, um ein konzeptionelles Verständnis der Schülerinnen und Schüler zu überprüfen und gegebenenfalls das Vorhandensein problematischer Vorstellungen zu identifizieren. Hilfreich ist dabei die Aufforderung, die Auswahl einer bestimmten Antwort auch zu begründen. Die Aufgaben lassen sich jedoch auch verwenden, um über Physik zu diskutieren und physikalisch zu argumentieren. Über die reine Funktion als Testaufgaben hinaus liefern sie dann auch genauere Informationen über Vorstellungen und Denken der Lernenden.

In Kommentaren zu den einzelnen Aufgaben werden Hinweise auf die richtige Antwort und auf mögliche Probleme bei der Auswahl falscher Antworten angegeben. In jedem Fall sollten Lehrpersonen sich sowohl bei richtigen als auch insbesondere bei falschen Antworten genau die von den Lernenden gelieferte Begründung ansehen, um eventuelle Ursachen für ein konzeptionelles Fehlverständnis besser einordnen zu können.

**Eine Bitte:** Wenn Sie Aufgaben aus dieser Sammlung einsetzen, wäre es sehr hilfreich (u.a. auch für eine Verbesserung der Aufgaben), wenn Sie uns Informationen zu den Häufigkeiten senden, mit denen die verschiedenen Auswahlen angekreuzt wurden. Besonders interessiert sind wir auch an den Begründungen für die Auswahlen. Wir erwarten durch eine Sammlung und Auswertung dieser Informationen einen detaillierteren Aufschluss über gängige Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern bezüglich der zugrundeliegenden Konzepte der Mechanik und insbesondere über typische Verständnisschwierigkeiten. Hinweise dazu würden wir zusammen mit den Aufgaben gerne an Lehrkräfte der Physik weitergeben. (Email: curriculum@qua-lis.nrw.de, Betreff: Physik GOSt)

1. Ein Ball der Masse *m* wird senkrecht nach oben geworfen und erreicht eine Höhe von 20 m. Wie groß ist die wirkende Gesamtkraft auf den Ball in einer Höhe von 10 m, wenn man die Luftreibung vernachlässigt?

A. 2∙*m∙g*

**B. 1**∙***m****∙****g***

C. *m∙g*/2

D. *m∙g*/4

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*B ist richtig. Andere Auswahlen können auf Unklarheiten im Kraftkonzept in Verbindung mit fehlerhaften Unterscheidungen grundlegender Größen in der formalen Beschreibung von Bewegungen mit konstanter Geschwindigkeit und konstanter Beschleunigung hindeuten. (In manchen Fällen treten auch Verwechslungen von Formeln und Einheiten (Milligramm) auf)).*

1. Wenn Sie einen Ball einfach fallen lassen, wird er mit 9,81 m/s2 nach unten beschleunigt. Wie groß ist die Beschleunigung des Balls, wenn Sie ihn stattdessen nach unten werfen, unmittelbar nach dem Abwurf? (Der Luftwiderstand soll dabei vernachlässigt werden)

**A. 9,81 m/s2**
B. mehr als 9,81 m/s2
C. weniger als 9,81 m/s2

D. das hängt von der Geschwindigkeit des Abwurfs ab.

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*A ist richtig. Andere Auswahlen zeigen eventuell Verwechslungen von Geschwindigkeit und Beschleunigung sowie unklare Vorstellungen zum Newton’schen Bewegungsgesetz.*

1. Ein schwerer und ein leichter Gegenstand fallen gemeinsam in einer Vakuumröhre, die sich kurz über der Erdoberfläche befindet. Die Beschleunigung beider Gegenstände ist - unabhängig von ihrer Masse - gleich. Der Grund dafür besteht darin, dass

A. die Gravitationskraft in beiden Fällen gleich ist.

B. wegen fehlender Reibungskräfte in beiden Fällen die Geschwindigkeit konstant bleibt.

C. die Trägheit beider Steine gleich ist.

**D. das Verhältnis aus Gravitationskraft und Masse in beiden Fällen gleich ist.**

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*D ist richtig. Andere Auswahlen könnten auf Probleme beim Verständnis der Wirkung von Kräften (insbesondere Gravitation und Reibung) auf Geschwindigkeitsänderungen sowie auf Unklarheiten des Massenbegriffs (mit Bezug auf das Newton’sche Bewegungsgesetz und das Trägheitsgesetz) hindeuten.*

1. Ein Klippenspringer in Acapulco sprintet zum Rand einer Klippe und springt mit einer horizontalen Absprunggeschwindigkeit von etwa 10 m/s ins Meer. Welcher Wert dürfte seiner Geschwindigkeit eine Sekunde nach dem Absprung am ehesten entsprechen?

A. 10 m/s

B. 11 m/s

**C. 14 m/s**

D. 20 m/s

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*C ist richtig. Andere Auswahlen können an Verwechslungen grundlegender Größen der Kinematik oder an einer Nichtberücksichtigung der vektoriellen Überlagerung von Bewegungen nach dem Superpositionsprinzip liegen.*

1. Ein Flugzeug wird relativ zu einem Punkt am Boden schneller, wenn der Wind von hinten kommt, und langsamer, wenn der Wind von vorne kommt. Was geschieht, wenn der Wind senkrecht zur Flugrichtung von der Seite kommt?

Relativ zum Boden wird das Flugzeug

**A. schneller**

B. langsamer

C. weder schneller noch langsamer

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*A ist richtig. Andere Auswahlen berücksichtigen nicht die Überlagerung der beiden Bewegungen, sondern fokussieren auf eindimensionalen Sichtweisen (die gleiche Strecke wird in längerer Zeit zurückgelegt, die Geschwindigkeit des Flugzeugs in einer Richtung wird durch den Wind nicht verändert).*

1. Bei einem Karateschlag wirkt auf einen Ziegel eine Kraft von 1000 N, so dass er zerbricht. Welche Kraft übt der Ziegel dabei auf die Hand aus?

A. weniger als 1000 N

**B. ebenfalls 1000 N**

C. mehr als 1000 N

D. keine Kraft

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*B ist richtig. Andere Auswahlen dürften ihre Ursache in Schwierigkeiten beim Verständnis des Newton’schen Wechselwirkungsgesetzes haben.*

1. Zwei unterschiedlich schwere Bücher, die mit einem gewissen Abstand voneinander auf einem Tisch liegen, werden mit einer Schnur straff verbunden. Wenn man eines der Bücher langsam über die Tischkante hinaus schiebt, so dass es hinunter fällt, zieht es das andere Buch an der Schnur über den Tisch. Wenn dabei Reibungskräfte vernachlässigt werden können, ist die Beschleunigung der beiden Bücher

A. genau g

B. genau g/2

**C. ein Wert zwischen Null und g**

D. größer als g

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*C ist richtig. Andere Auswahlen könnten auf eine nicht sachgerechte Erfassung der Bewegung oder auf Probleme bei der Anwendung des Newton’schen Bewegungsgesetzes hinweisen. Viele Schülerinnen und Schüler berücksichtigen nicht, dass die Gewichtskraft des einen Buches beide Bücher beschleunigen muss.*

1. Tarzan und Jane (mit dem Affen Cheeta auf der Schulter) hängen auf gleicher Höhe an den beiden Enden einer Liane, die reibungsfrei über einem Ast liegt. Es besteht ein Kräftegleichgewicht, da Tarzan genau gleich schwer ist wie Jane und Cheeta zusammen. Tarzan klettert nun am Seil hinauf. Was geschieht, während Tarzan klettert?

A. Tarzan steigt nach oben, Janes Höhe bleibt unverändert

B. Tarzans Höhe bleibt unverändert, er zieht aber Jane (mit Cheeta) nach oben

**C. Tarzan und Jane (mit Cheeta) bewegen sich auf gleiche Weise nach oben**

D. Nichts, da sich Tarzan nicht an einem Seil hochziehen kann, an dem er selbst hängt.

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*C ist richtig. Andere Auswahlen könnten auf Probleme bei der Anwendung des Newton’schen Wechselwirkungsgesetzes hinweisen.*

1. Tarzan und Jane (mit dem Affen Cheeta auf der Schulter) hängen auf gleicher Höhe an den beiden Enden einer Liane, die reibungsfrei über einem Ast liegt. Es besteht ein Kräftegleichgewicht, da Tarzan genau gleich schwer ist wie Jane und Cheeta zusammen. Während Tarzan und Jane sich am Seil festhalten, beginnt Cheeta nun, am Seil hinaufzuklettern. Was geschieht?

A. Tarzan bewegt sich nach oben, Janes Höhe bleibt unverändert

**B. Tarzan und Cheeta bewegen sich nach oben, Janes Höhe wird geringer als Tarzans.**

C. Tarzan, Jane und Cheeta bewegen sich auf gleiche Weise nach oben.

D. Nichts, da Cheeta den Anfangszustand nicht wesentlich verändert.

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*B ist richtig. Die Situation ist für Schülerinnen und Schüler ein wenig schwerer zu überschauen als in der vorhergehenden Aufgabe, lässt sich jedoch auf der gleichen Grundlage beantworten. Tarzan und der gemeinsame Schwerpunkt von Jane und Cheeta bewegen sich in gleicher Weise nach oben. Die Höhenverhältnisse zwischen den Beteiligten hängen jedoch vom Massenverhältnis Cheeta/Jane ab.*

1. Wenn die Geschwindigkeit eines Sportwagens steigt, vergrößert sich sein Impuls. Wenn sich der Impuls des Sportwagens verdoppelt, wird seine kinetische Energie

A. nicht verändert

B. größer, aber erreicht nicht den doppelten Wert.

C. verdoppelt.

**D. deutlich mehr als verdoppelt.**

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*D ist richtig. Andere Auswahlen deuten darauf hin, dass Beziehungen zwischen Impuls und Energie und insbesondere die unterschiedlichen Abhängigkeiten von der Geschwindigkeit nicht bewusst sind.*

1. Wenn die Geschwindigkeit eines Sportwagens steigt, vergrößert sich seine Energie. Wenn sich die Energie des Sportwagens verdoppelt, wird sein Impuls

A. nicht verändert

**B. größer, aber erreicht nicht den doppelten Wert.**

C. verdoppelt.

D. deutlich mehr als verdoppelt.

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*B ist richtig. Andere Auswahlen deuten darauf hin, dass Beziehungen zwischen Impuls und Energie und insbesondere die unterschiedlichen Abhängigkeiten von der Geschwindigkeit nicht bewusst sind.*

1. Ein Hochseilartist läuft über ein langes gespanntes Seil, das nur wenig durchhängt. Wenn die Masse des Artisten *m* beträgt, sind die Kräfte des Seils auf die Aufhängepunkte

A. immer kleiner als *m*∙*g*

B. immer gleich *m*∙*g*

C. immer gleich *m*∙*g* plus die halbe Gewichtskraft des Seils.

**D. immer größer als *m***∙***g* plus die halbe Gewichtskraft des Seils.**

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*D ist richtig. Andere Auswahlen dürften dadurch entstehen, dass Kraftrichtungen und notwendige Komponentenzerlegungen nicht ausreichend berücksichtigt werden.*

1. Ein Artist der Masse m hängt an einem langen Seil. Wenn der Artist nun mit dem Seil auf eine horizontale Kreisbahn gebracht wird (das Seil überstreicht dabei eine gedachte Kegeloberfläche), dann ist die auf das Seil wirkende Kraft

A. kleiner als *m*∙*g.*

B. gleich *m*∙*g.*

**C. größer als *m***∙***g.***

D. abhängig von der Kreisbahn größer oder kleiner als *mg.*

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*C ist richtig. In jedem Fall addiert sich die horizontale Komponente durch die Kreisbewegung zur Gewichtskraft. Andere Auswahlen könnten auf Schwierigkeiten bei der Analyse von Kraftwirkungen unter Verwendung der vektoriellen Kräfteaddition bzw. der Komponentenzerlegung hinweisen.*

1. Ein Fallschirmspringer schwebt nach dem Öffnen des Fallschirms bei absoluter Windstille mit konstanter Geschwindigkeit senkrecht zur Erdoberfläche. Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

**A. Die Resultierende der wirkenden Kräfte ist Null.**

B. Die Resultierende der wirkenden Kräfte ist eine Kraft nach unten.

C. Die Resultierende der wirkenden Kräfte ist eine Kraft nach oben.

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*A ist richtig. Andere Auswahlen können auf Unklarheiten bezüglich des Newton’schen Bewegungsgesetzes hindeuten.*

1. Ein Fallschirmspringer öffnet seinen Fallschirm (bei ansonsten absoluter Windstille). Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

A. Die Resultierende der wirkenden Kräfte ist unmittelbar nach dem Öffnen Null.

B. Die Resultierende der wirkenden Kräfte unmittelbar nach dem Öffnen ist eine Kraft nach unten.

**C. Die Resultierende der wirkenden Kräfte unmittelbar nach dem Öffnen ist eine Kraft nach oben.**

**Begründen Sie Ihre Auswahl.**

*C ist richtig. Andere Auswahlen können auf Unklarheiten bezüglich des Newton’schen Bewegungsgesetzes hindeuten.*

1. In den letzten Jahren wurden in entfernten Sonnensystemen zahlreiche Planeten entdeckt. Angenommen, ein Astronaut landet auf einem solchen Planeten, der genau die gleiche Masse besitzt wie die Erde, jedoch einen zehnmal so großen Durchmesser hat, dann wäre die Gewichtskraft des Astronauten auf der Oberfläche dieses Planeten

A. **1/100 seiner Gewichtskraft auf der Erde.**

B. 1/10 seiner Gewichtskraft auf der Erde.

C. das 10fache seiner Gewichtskraft auf der Erde

D. das 100fache seiner Gewichtskraft auf der Erde

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*A ist nach dem Newton’schen Gravitationsgesetz richtig. Andere Auswahlen könnten auf eine mangelnde Berücksichtigung des Einflusses der beteiligten Größen Entfernung und Masse hindeuten.*

1. In den letzten Jahren wurden in entfernten Sonnensystemen zahlreiche Planeten entdeckt. Angenommen, ein Astronaut landet auf einem solchen Planeten, der genau die gleiche Dichte besitzt wie die Erde, jedoch einen zehnmal so großen Durchmesser hat. Die Gewichtskraft des Astronauten auf der Oberfläche dieses Planeten wäre dann

A. 1/100 seiner Gewichtskraft auf der Erde.

B. 1/10 seiner Gewichtskraft auf der Erde.

**C. das 10fache seiner Gewichts**kraft **auf der Erde**

D. das 100fache seiner Gewichtskraft auf der Erde

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*C ist nach dem Newton’schen Gravitationsgesetz richtig. Im Vergleich zu der vorigen Aufgabe ist die Masse des Planeten um den Faktor 1000 größer. Andere Auswahlen könnten auf eine mangelnde Berücksichtigung des Einflusses der beteiligten Größen Entfernung und Masse hindeuten.*

1. Die Gezeiten Ebbe und Flut lassen sich hauptsächlich durch die Wirkung des Mondes erklären. Wer übt stärkere Kräfte auf die Erde (einschließlich ihrer Ozeane) aus?

A. Der Mond

**B. Die Sonne**

C. Beide ungefähr gleich

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*B ist richtig. Andere Auswahlen lassen sich eventuell auf die Verwechslung von Kräften und Kraftunterschieden zurückführen. Die Anziehungskraft der Sonne auf das System Erde-Mond ist immer vorhanden, lokale Kraftdifferenzen werden durch die Position des Mondes erzeugt. Die Gesamtbewegung der Erde wird durch den Mond vergleichsweise wenig beeinflusst.*

1. Die internationale Raumstation ISS fliegt in einer Höhe von etwa 330 km mit einer Geschwindigkeit von 7,71 km/s auf einer Kreisbahn um die Erde. Die Astronauten, die sich in der ISS aufhalten, unterliegen ebenso wie alle Gegenstände in der Station der Schwerelosigkeit. Schwerelosigkeit in der ISS entsteht,

A. weil sie sich oberhalb der Erdatmosphäre befindet.

B. weil sie in 330 km Höhe von einem luftleeren Raum umgeben ist.

C. weil die Gravitationskräfte durch den Einfluss der Erde in dieser Entfernung verschwindend gering sind.

**D. weil unabhängig von der Masse die gleiche Zentralbeschleunigung auf der Kreisbahn wirkt.**

E. weil sich Anziehungskräfte durch Erde und Mond ausgleichen.

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*D ist richtig. Andere Auswahlen weisen auf weitverbreitete Fehlvorstellungen zur Schwerelosigkeit hin.*

1. Die internationale Raumstation ISS fliegt in einer Höhe von etwa 330 km mit einer Geschwindigkeit von 7,71 km/s auf einer Kreisbahn um die Erde. Die Astronauten, die sich in der ISS aufhalten, unterliegen ebenso wie alle Gegenstände in der Station der Schwerelosigkeit. Welche Kräfte sind dabei wirksam (wenn man äußere Einflüsse durch Sonne, Mond und Planeten vernachlässigt)?

A. Überhaupt keine Kräfte

B. Kräfte durch den Raketenantrieb in Verbindung mit der Gravitationskraft der Erde.

C. Kräfte durch Reibung und Antriebskräfte der Raketendüsen

**D. Nur die Gravitationskraft der Erde**

Begründen Sie Ihre Auswahl.

*D ist richtig. Andere Auswahlen weisen auf weitverbreitete Fehlvorstellungen zur Schwerelosigkeit hin.*