



**ILLUSTRIERENDE PRÜFUNGS-AUFGABEN
FÜR DIE SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG**

Teil 2: Erläuterungen und Lösungsvorschläge

Die Illustrierenden Prüfungsaufgaben (Teil 1: Beispielaufgaben, Teil 2: Erläuterungen und Lösungsvorschläge) dienen der einmaligen exemplarischen Veranschaulichung von Struktur, Anspruch und Niveau der Abiturprüfung auf grundlegendem bzw. erhöhtem Anforderungsniveau im neunjährigen Gymnasium in Bayern.

Physik mit Astrophysik
grundlegendes Anforderungsniveau

Erläuterungen und Lösungsvorschläge

Bewertungsschlüssel und Erwartungshorizont

Die Bewertung der erbrachten Prüfungsleistungen hat sich für jede Teilaufgabe nach der jeweils am rechten Rand der Aufgabenstellung vermerkten, maximal erreichbaren Anzahl von Bewertungseinheiten (BE) zu richten.

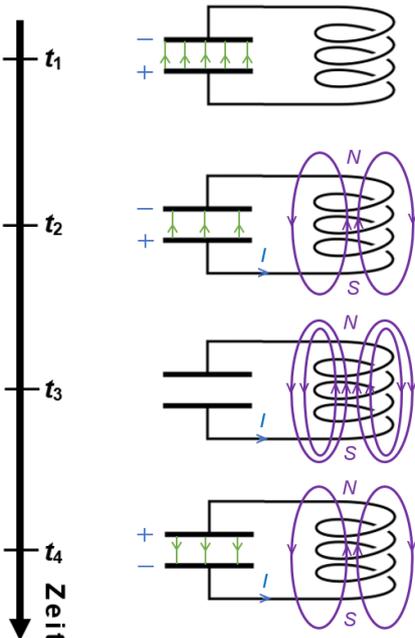
Der Erwartungshorizont stellt für jede Teilaufgabe eine mögliche Lösung dar. Nicht dargestellte korrekte Lösungen sind als gleichwertig zu akzeptieren.

Für jede Teilaufgabe sind die Anforderungsbereiche und die Standards ausgewiesen, die für die Bearbeitung eine wesentliche Rolle spielen.

Die von einem Prüfling insgesamt erreichten Bewertungseinheiten werden gemäß folgender Tabelle in Notenpunkte umgesetzt:

Intervall	Anzahl der mindestens zu erreichenden Bewertungseinheiten	Notenpunkte	Notenstufe
15 %	86	15	+ 1
	81	14	1
	77	13	1 -
15 %	72	12	+ 2
	68	11	2
	63	10	2 -
15 %	59	9	+ 3
	54	8	3
	50	7	3 -
15 %	45	6	+ 4
	41	5	4
	36	4	4 -
20 %	30	3	+ 5
	24	2	5
	18	1	5 -
20 %	0	0	6

Induktionsschleifen im Straßenverkehr

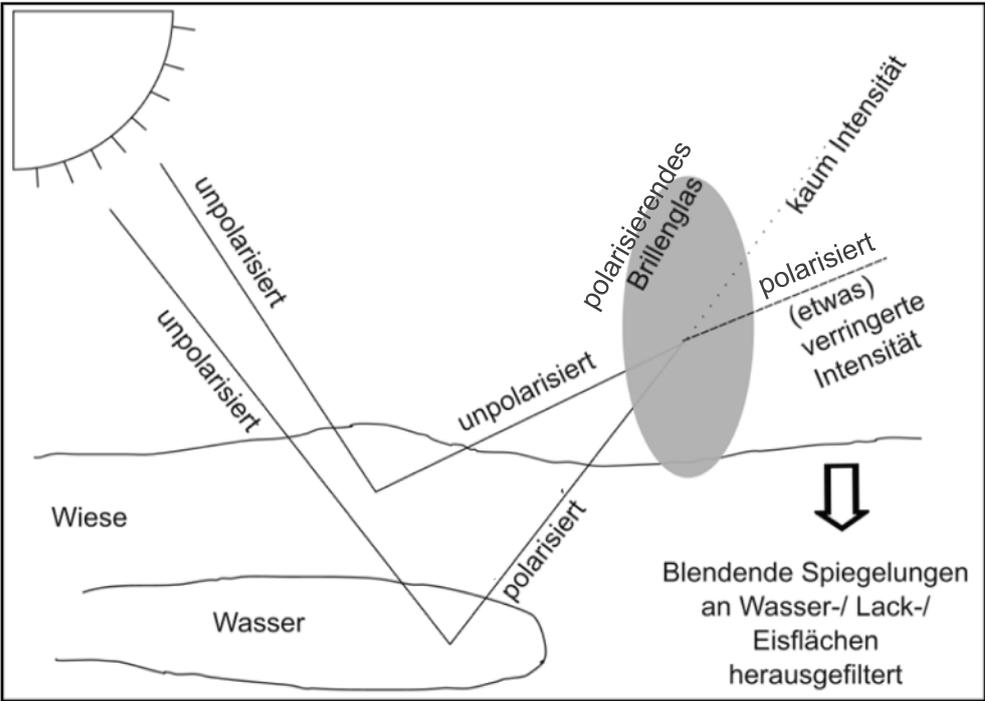
Nr.		I	II	III
1a	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 2 erläutern Gültigkeitsbereiche von Modellen und Theorien und beschreiben deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten;</p> <p>K 3 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.</p>  <p><i>Hinweis: Die Stromrichtungen, die Polung des Kondensators und die Pole des Magnetfelds sind nicht verlangt.</i></p>	5		
b	<p>Die Lernenden ...</p> <p>E 4 modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge, wobei sie theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen.</p> <p>Die Momentangeschwindigkeit des Pendelkörpers führt zur Änderung der Auslenkung, entsprechend führt die Stromstärke im Schwingkreis zur Änderung der Ladung des Kondensators. Daher kann man die Größen Auslenkung und Ladung auch in Analogie betrachten.</p> <p><i>Hinweis: Auch andere Argumentationen sind möglich, z. B. über die Entsprechung, dass in beiden Fällen eine potentielle Energieform vorliegt, oder über die Übertragung der Analogie zwischen v und I auf s und Q über Integration bzw. Ableitung der Größen.</i></p>	2		
2	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 3 Die Lernenden wählen aus bekannten Modellen bzw. Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen;</p> <p>S 6 erklären bekannte Auswerteverfahren und wenden sie auf Messergebnisse an.</p> <p>Aus dem Diagramm kann die Periodendauer (beispielweise durch 5 Perioden bei $130 \mu\text{s}$) bestimmt werden zu $T = 26 \mu\text{s}$;</p>	2		

	$f = \frac{1}{T} = 38 \text{ kHz}$ $I(t) = -I_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t) = -60 \text{ mA} \cdot \sin\left(\frac{2\pi \cdot t}{T}\right)$ $I(30 \mu\text{s}) = -49 \text{ mA}$ $T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C} \rightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2 \cdot C} = 0,34 \text{ mH}$ <p><i>Hinweis: Das Bestreben nach guter Genauigkeit muss erkennbar sein.</i></p>		2	2
3a	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien; S 3 wählen aus bekannten Modellen bzw. Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen.</p> <p>Ferromagnetisches Material wird im Magnetfeld der Induktionsschleife magnetisiert. Das verstärkt die magnetische Flussdichte in der Umgebung des Gegenstands.</p> <p>In leitfähigem Material werden durch das magnetische Wechselfeld der Induktionsschleife Wirbelströme induziert. Diese führen zu einer Schwächung der magnetischen Flussdichte im Bereich des Gegenstands.</p>		2	2
b	<p>Die Lernenden ...</p> <p>E 2 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf; E 5 planen geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung.</p> <p>Hypothese: Da die Bodenfreiheit beim Pkw geringer ist als beim Lkw und die Verstimmung des Pkw größer ist, könnte der Abstand des Materials zur Induktionsschleife eine Rolle spielen.</p> <p>Ein Versuch dazu könnte so aussehen, dass einem Schwingkreis eine Eisenplatte (ohne Veränderung ihrer Orientierung relativ zur Induktionsschleife bzw. Spule) angenähert wird.</p> <p><i>Hinweis: Es sind auch andere Hypothesen denkbar. Der Versuch muss so formuliert sein, dass damit tatsächlich eine Aussage über die beschriebene Hypothese plausibel ist.</i></p>		1	2
4a	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 3 Die Lernenden wählen aus bekannten Modellen bzw. Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen.</p> <p>Das Fahrrad verändert L (gem. M3) etwa auf den 1,00018 bis 1,00022-fachen Wert. Dies bewirkt eine Veränderung der Schwingungsfrequenz:</p> $f_{1,00018 \cdot L} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{1,00018 \cdot L \cdot C}} = 0,99991 \cdot \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} = 0,99991 \cdot f_L$ <p>Bei einer Verstimmung von 1,00018 ist die Veränderung mit 0,009 % also nicht größer als 0,01 % und die Empfindlichkeitsgrenze wird nicht überschritten.</p> <p><i>Hinweise: Möglich ist auch das umgekehrte Vorgehen, bei dem für eine Veränderung der Frequenz um 0,01 % auf die notwendige Verstimmung geschlossen wird. Eine Bearbeitung mit verringerter Induktivität (0,99982-facher Wert) ist ebenso möglich.</i></p>		2	1

<p>b</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien; K 7 präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien.</p> <div data-bbox="252 405 762 757" data-label="Image"> </div> <p>Wie du an den skizzierten Feldlinien um die Leiterschleife sehen kannst, ist beim Fahrrad in der Mitte der Leiterschleife nur ein geringer Anteil des Fahrrads da, wo das Magnetfeld eine größere Flussdichte hat. Dagegen ist beim Fahrrad, das am Rand steht, praktisch das ganze Rad im Bereich relativ hoher magnetischer Flussdichte des Magnetfelds. Daher ist hier eine größere Beeinflussung durch das Fahrrad zu erwarten. Aus diesem Grund solltest du dein Fahrrad an den Rand der Schleife und parallel zu diesem stellen, also wie das rechte Fahrrad im Bild.</p>	<p>1 3</p>
<p>c</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <p>K 3 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder; B 3 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab.</p> <p>Bei zu großer Empfindlichkeit kann es passieren, dass unnötige Grünphasen für gar nicht vorhandene Fahrzeuge eingeschoben werden. Das erzeugt unnötige Wartezeiten und erhöht die Emissionen. Demgegenüber steht der Schutz der Rechte der schwächeren Verkehrsteilnehmer. Diese verlieren, wenn die Ampel das Fahrrad nicht erkennt, viel Zeit oder gefährden sich beim Versuch, die Ampel zu umgehen. Ausschlaggebend für das Ergebnis der Bewertung ist, welche Konsequenzen die erzeugten Störungen haben: während einzelne unnötige Grünphasen in Kauf genommen werden können, würde ein Totalausfall der Ampelanlage die Sicherheit aller am Straßenverkehr beteiligten Personen gefährden, was nicht akzeptabel ist. Eine Handlungsempfehlung ist, das Wissen der Fahrradfahrer zur optimalen Positionierung auf Induktionsschleifen zu erhöhen (siehe Teilaufgabe 4b), beispielsweise durch eine Informationskampagne oder eine entsprechende Beschilderung an der Ampel.</p> <p><i>Hinweise: Gefordert wird eine Abwägung, die beide vorgegebenen Aspekte (zuverlässige Funktion, Erkennung der Fahrradfahrer) erfasst. Die Handlungsempfehlung kann sich auch auf bauliche Veränderungen beziehen, um die Wahrscheinlichkeit einer Detektion des Fahrrades durch Verlegung als Parallelogramm oder Trapez zu erhöhen, oder sich für die Einstellung mit maximaler Empfindlichkeit aussprechen.</i></p>	<p>3</p>

II Sonnenbrillen

Nr.		I	II	III
1	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien; S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.</p> <p>Weißes Licht besteht aus Licht verschiedener Spektralfarben, die zum physiologischen Eindruck „weiß“ führen.</p> $E = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = 354 \text{ nm}$ <p>354 nm gehört zu Licht im UV-Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Die zugehörigen Photonen haben eine höhere Energie als die des sichtbaren Lichts und sind für die Netzhaut daher schädlicher.</p>	1		
2a	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.</p> <p>Flächeninhalt der Gläser einer Sonnenbrille: $5 \text{ cm} \cdot 5 \text{ cm} \cdot 2 = 50 \text{ cm}^2$</p> <p>Anzahl der pro Sekunde höchstens transmittierten Photonen:</p> $N = (1 - 0,57) \cdot \frac{150 \frac{\mu\text{W}}{\text{cm}^2} \cdot 50 \text{ cm}^2 \cdot 1 \text{ s}}{2,48 \text{ eV}} = 8 \cdot 10^{15}$	1		3
b	<p>Die Lernenden ...</p> <p>E 4 modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge, wobei sie theoretische Überlegungen und experimentelle Erkenntnisse aufeinander beziehen;</p> <p>K 3 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.</p> <p>Bei einer beliebigen Sonnenbrille der Kategorie 2 ist bekannt, dass 57 bis 82 % der Gesamtenergie aller einfallenden Photonen im sichtbaren Spektralbereich absorbiert wird. Aussagen über das Absorptionsverhalten in den verschiedenen Energiebereichen können nicht getroffen werden. Bei einer Sonnenbrille der Kategorie 2 mit Grautönung ist im sichtbaren Bereich für jede Photonenenergie der Anteil der absorbierten Photonen an allen mit dieser Photonenenergie einfallenden Photonen gleich groß.</p>			2
3a	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien; S 3 wählen aus bekannten Modellen bzw. Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen;</p> <p>K 3 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.</p> <p>Bei senkrechtem Einfall durchläuft der Strahl \odot die Beschichtung der Dicke d zweimal, daher beträgt die Wegdifferenz $2 \cdot d$.</p>			1

	<p>Für den Gangunterschied muss man die Wegdifferenz mit n multiplizieren: $\Delta s = 2 \cdot d \cdot n$</p> <p>Bedingung für 1. Interferenzmaximum: $\Delta s = \lambda (*)$</p> <p>Mit $\Delta s = 2 \cdot d \cdot n$ folgt $d = \frac{\lambda}{2n} = \frac{390 \text{ nm}}{2 \cdot 1,22} = 160 \text{ nm}$</p> <p>Bedingung für 1. Interferenzminimum: $\Delta s = \frac{\lambda_{\min}}{2}$</p> <p>Mit (*): $\lambda_{\min} = 2 \cdot 390 \text{ nm} = 780 \text{ nm}$</p> <p><i>Hinweis: Ein Eingehen auf Phasensprünge bei der Reflexion an optisch dichteren Medien wird hier nicht erwartet und ist auch nicht Inhalt des LehrplanPLUS.</i></p>	1	1
b	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien.</p> <p>Wegen der Reflexion an den Schichten wird weniger Licht transmittiert – die Umgebung erscheint für den Brillenträger dunkler. Für eine Person, die auf die Brille blickt, wirkt das Glas wie ein Spiegel.</p>		2
4	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien;</p> <p>K 3 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder;</p> <p>K 5 wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von Präsentationen, Diskussionen oder anderen Kommunikationsformen aus;</p> <p>K 6 veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge.</p> 		2 4

	<p><i>Hinweise: Der LehrplanPLUS fordert nicht, über Filterfunktion einer polarisierenden Schicht gesprochen zu haben. Das Entnehmen der fachlichen Informationen und Verknüpfen mit Vorwissen ist eine Prüfungsleistung.</i></p> <p><i>Bewertungseinheiten werden für sachlich korrekte Darstellung, passende(r) Schwerpunkt(e) und Umfang, passende Veranschaulichung, korrekte Beschriftung in Fachsprache vergeben.</i></p>	
<p>5</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <p>K 2 prüfen verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt;</p> <p>B 3 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab.</p> <p>Durch die leicht getönten Gläser mit UV 400-Kennzeichnung wird das Auge nicht nur vor der sehr energiereichen UV-Strahlung, sondern auch vor energiereicher Strahlung im blau-violetten Bereich geschützt. Die Helligkeit wird aber nur wenig reduziert und die Pupillen bleiben ziemlich klein. Wegen des ZusammenknEIFens der Augenlider können ggf. Kopfschmerzen auftreten.</p> <p>Durch die stark getönten und polarisierenden Gläser mit CE-Siegel wird von der Wasseroberfläche reflektiertes Sonnenlicht herausgefiltert, so dass Marie besser sieht (kontrastreich, verbesserte Farbwahrnehmung). Die starke Reduktion der Helligkeit wegen der starken Tönung führt zu weniger Anstrengung beim Sehen. Die Pupillen werden geweitet. Da der Schutz vor UV-Strahlung zwischen 380 nm und 400 nm nicht garantiert ist, kann das gefährlich werden für die Netzhaut.</p> <p>Individuelle Abwägung</p> <p>Weitere mögliche Eigenschaft: Große Gläser, die gut an die Gesichtsform angepasst sind, verhindern, dass ungefiltertes Licht an der Brille vorbei in die Augen gelangen kann.</p>	<p>4</p> <p>1</p> <p>1</p>

III Exoplaneten

Nr.		I	II	III
1	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 3 wählen aus bekannten Modellen und Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen.</p> $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M} \rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{T^2 \cdot G \cdot M}{4\pi^2}} = 2,5 \cdot 10^9 \text{ m}$ $v = \frac{2\pi \cdot r}{T} = 2,2 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$			2
2	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an;</p> <p>K 3 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.</p> $\frac{L_C}{L_{C, \max}} = \frac{A_{\text{Stern}} - A_{\text{Planet}}}{A_{\text{Stern}}} = \frac{R_C^2 \cdot \pi - R_P^2 \cdot \pi}{R_C^2 \cdot \pi} \rightarrow R_P = \sqrt{1 - 0,9996} \cdot R_C = 1,1 \cdot 10^4 \text{ km}$			4
3	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 5 erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus;</p> <p>S 6 erklären bekannte Auswerteverfahren und wenden sie auf Messergebnisse an.</p> <p>Die Bahngeschwindigkeit des Sterns kann spektroskopisch mithilfe des Dopplereffekts bestimmt werden, falls die Bahnebene von Exoplanet und Stern nicht senkrecht zur Blickrichtung des Beobachters liegt. Diese Voraussetzung ist bei CoRoT-7b erfüllt, da ein Transit von CoRoT-7b beobachtet wurde.</p> <p>Beobachtet wird die Wellenlänge (mindestens) einer Spektrallinie des Sterns in Abhängigkeit von der Zeit für mindestens einen Umlauf des Sterns: Nähert sich der Stern dem Beobachter, dann wird eine kleinere Wellenlänge beobachtet als die Wellenlänge λ im Laborsystem (Position 1, Wellenlänge $\lambda - \Delta\lambda$). Bei Entfernung des Sterns wird eine größere Wellenlänge beobachtet (Position 3, Wellenlänge $\lambda + \Delta\lambda$). In den Positionen 2 und 4 ist die beobachtete Wellenlänge gleich der im Laborsystem (λ).</p> <p>Die Bahngeschwindigkeit v des Sterns kann aus dem Verhältnis $\Delta\lambda / \lambda$ berechnet werden.</p>			1
				4

<p>4</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 3 wählen aus bekannten Modellen und Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen.</p> $\rho = \frac{m}{V} = \frac{7,4 \cdot M_{\text{Erde}}}{\frac{4\pi}{3} \cdot R_{\text{P}}^3} = 7,1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ <p>CoRoT-7b hat eine vergleichbare Dichte wie die Erde (ca. 5,5 g/cm³) und ist daher den Gesteinsplaneten zuzuordnen.</p>	<p>2</p> <p>1</p>	
<p>5</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 3 wählen aus bekannten Modellen und Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen;</p> <p>E 2 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.</p> $G \cdot \frac{m \cdot M_{\text{P}}}{R_{\text{p}}^2} = m \cdot g_{\text{P}} \rightarrow g_{\text{P}} = \frac{G \cdot M_{\text{P}}}{R_{\text{p}}^2} = 23 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ <p>Die Fallbeschleunigung ist ein Aspekt, der über die Ausbildung einer Atmosphäre entscheidet. Aus dem Vergleich mit der Fallbeschleunigung der Erde kann man vermuten, dass der Planet eine Atmosphäre halten kann.</p> <p><i>Hinweis: Wesentlich ist eine stimmige Begründung der jeweiligen Hypothese. Auch eine weiterführende Hypothese ist möglich und begründbar: z. B.: Der sehr geringe Abstand des Planeten zum Zentralstern führt zu einem sehr starken „Sonnenwind“, der die Atmosphäre mit sich reißen könnte.</i></p>	<p>2</p> <p>1</p>	
<p>6</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 3 wählen aus bekannten Modellen bzw. Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen;</p> <p>K 8 nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener und zur Entwicklung eigener innerfachlicher Argumentationen.</p> <p>CoRoT-7 und die Sonne haben eine vergleichbare Masse. Diese bestimmt ganz wesentlich die Verweildauer eines Sterns auf der Hauptreihe.</p> <p>Masse, Dichte und Größe des Planeten weisen auf Ähnlichkeiten mit der Erde hin. Da der Zentralstern sonnenähnlich ist, sind die Umweltbedingungen auf dem Exoplaneten vermutlich über mehrere Milliarden Jahre einigermaßen stabil.</p> <p>Anders als auf der Erde ist die Oberflächentemperatur auf CoRoT-7b jedoch auf der dem Zentralstern zugewandten Seite so hoch, dass Wasser verdampft. Auf der dem Zentralstern abgewandten Seite ist es so kalt, dass Wasser nur als Eis vorliegen kann. Der Übergangsbereich zwischen den beiden extremen Temperaturzonen ist vermutlich klein.</p> <p>Auf dem Exoplaneten sind daher keine vergleichbaren Lebensformen wie auf der Erde vorstellbar, man kann also nicht von einer „zweiten Erde“ sprechen.</p> <p><i>Hinweise: Es könnte auch z. B. aus der Entfernung von CoRoT-7b zu seinem Zentralstern im Vergleich zum Abstand Merkurs von der Sonne geschlossen werden, dass der Exoplanet sich nicht in einer habitablen Zone befindet, da Sonne und CoRoT-7 vergleichbare Oberflächentemperaturen haben. Eine Einbeziehung der „gebundenen Rotation“ in die Diskussion muss trotzdem erkennbar sein.</i></p>	<p>1</p>	<p>4</p>

7	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 3 wählen aus bekannten Modellen und Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen.</p> <p>Der weitere Entwicklungsweg der Sonne zum Roten Riesen begrenzt die Existenz menschlichen Lebens auf der Erde, weil die Temperatur auf der Erde stark ansteigen und das Wasser auf der Erde komplett verdampfen wird.</p>	2		
8	<p>Die Lernenden ...</p> <p>B 3 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab.</p> <p>Die anderen sieben Planeten des Sonnensystems bieten keine erdähnlichen Lebensbedingungen, auch bei bisher bekannten Exoplaneten besteht kein gesicherter Nachweis für solche Bedingungen. Eine Kolonisierung müsste daher entweder unter deutlich anderen Bedingungen als auf der Erde erfolgen oder würde eine Reise über mehrere Generationen hinweg außerhalb des Sonnensystems erfordern.</p> <p>Für beide Kolonisierungsszenarien gibt es derzeit weder reife Konzepte noch technische Lösungen. Möglicherweise ist die Menschheit auf der Erde längst ausgestorben, bevor sich echte Realisierungschancen ergeben. Für den Stopp der anthropogenen Klimaerwärmung gibt es realisierbare Konzepte und marktreife Technologien. Dieses Ziel wäre also schneller erreichbar als eine Besiedelung eines anderen Planeten. Zudem profitieren bereits auf dem Weg der Zielerreichung viele Menschen davon, weil sie dann von Klimaveränderung weniger stark betroffen sein werden.</p> <p>Bei einer Besiedelung eines anderen Planeten – hierfür käme aufgrund der Flugdauer vorerst nur der Mars infrage - könnten nur wenige Erdbewohner direkt umgesiedelt werden. Langfristig könnte aber eine große Zahl an Menschen auf einem besiedelten Planeten bzw. Exoplaneten profitieren, falls dieser Planet eine längere Lebensdauer und mehr Ressourcen hätte als unsere Erde.</p> <p>Der Stopp der menschengemachten Erderwärmung verspricht größere und schnellere Realisierungschancen.</p>	4		

IV
Das Galaxientrio Holm 820

Nr.		I	II	III
1	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.</p> <p>$\delta = 20^{\circ}9'2'' = 20,15^{\circ}$, $\varphi = 49^{\circ}$</p> <p>Obere Kulminationshöhe: $h_o = \delta + (90^{\circ} - \varphi) = 61^{\circ} > 0^{\circ}$, steigt über den Horizont, ist also (in einem geeigneten Beobachtungsmonat) sichtbar</p> <p>Untere Kulminationshöhe: $h_u = \delta - (90^{\circ} - \varphi) = -21^{\circ} < 0^{\circ}$, nicht zirkumpolar</p> <p><i>Hinweis: Die Aufgabe kann auch mit einer Zeichnung gelöst werden.</i></p>	4		
2	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien;</p> <p>K 3 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellung und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.</p> <p>(i) NGC 7769 hat eine Deklination von ca. 20°, also vergleichbar mit der Deklination der Sonne zum Zeitpunkt der Sommersonnwende ($23,5^{\circ}$). Auf- und Untergang der Galaxie müssen also deutlich Richtung Norden liegen. Dazu stimmig ist Bahn A.</p> <p>(ii) Die Sonne hat zu Herbstbeginn die Deklination 0°, d. h. sie geht genau im Osten auf und im Westen unter. Nur Bahn B hat diese Eigenschaft.</p>	1	2	
3	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien;</p> <p>S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an;</p> <p>E 2 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.</p> <p>Das Entfernungsmodul ($m - M$) der beiden Galaxien ist gleich groß, da die Galaxien gleich weit von der Erde entfernt sind.</p> $m_{7770} - M_{7770} = m_{7771} - M_{7771}$ $M_{7770} - M_{7771} = m_{7770} - m_{7771} = 13,7 - 10,8 = 2,9$ $M_{7770} - M_{7771} = -2,5 \lg \left(\frac{L_{7770}}{L_{7771}} \right)$ $\frac{L_{7770}}{L_{7771}} = 10^{-0,4(M_{7770} - M_{7771})} = 10^{-1,16} = 7 \%$ <p>Hypothese: Die Galaxie NGC 7771 ist massereicher als NGC 7770.</p> <p>Begründung: Für Hauptreihensterne ist bekannt, dass die Leuchtkraft ein Maß für deren Masse ist. Da das Hauptreihenstadium einen sehr großen Anteil der Lebensdauer eines Sterns umfasst, ist es naheliegend, die Leuchtkraft einer Galaxie auch als ein Maß für ihre Masse zu verwenden. Da die Galaxie NGC 7771 leuchtkräftiger ist, hat sie eine größere Masse als NGC 7770.</p> <p><i>Hinweis: Das Angeben einer Hypothese ohne Begründung rechtfertigt noch nicht die Vergabe von BE.</i></p>	5		2

4	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.</p> $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v_r}{c} \rightarrow v_r = 0,01450 \cdot c = 4347 \frac{\text{km}}{\text{s}} \rightarrow r = \frac{v_r}{H_0} = 64 \text{ Mpc}$ <p><i>Hinweis: Für den Hubble-Parameter wurde der Wert der ländergemeinsamen mathematisch-naturwissenschaftlichen Formelsammlung verwendet ($H_0 = 68 \text{ km}/(\text{s} \cdot \text{Mpc})$).</i></p>	4	
5	<p>Die Lernenden ...</p> <p>E 8 beurteilen die Eignung physikalischer Modelle und Theorien für die Lösung von Problemen;</p> <p>S 3 wählen aus bekannten Modellen bzw. Theorien geeignete aus, um sie zur Lösung physikalischer Probleme zu nutzen.</p> <p>Die in Teilaufgabe 4 verwendete Methode zur Entfernungsbestimmung setzt voraus, dass die radiale Geschwindigkeit der Galaxie NGC 7770 im Wesentlichen durch die Expansion des Raums gegeben ist.</p> <p>Beide Galaxien NGC 7770 und NGC 7771 führen infolge des Verschmelzungsprozesses jedoch Eigenbewegungen aus, die auch einen radialen Anteil haben können. Die Größe der radialen Eigenbewegung kann mit den vorliegenden Informationen für NGC 7770 nicht abgeschätzt werden. Die Rotverschiebung ist daher möglicherweise kein präzises Maß für die Fluchtgeschwindigkeit bzw. die Entfernung.</p> <p>Eine Überprüfung der Entfernung wäre durch Beobachtung von Supernovae vom Typ Ia in der Galaxie NGC 7770 möglich. Die Methode der trigonometrischen Parallaxe kann zur Entfernungsbestimmung einer Galaxie nicht angewendet werden.</p>	3	2
6	<p>Die Lernenden ...</p> <p>K 3 entnehmen unter Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellung und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.</p> <p>Hypothese: Dunkle Materie besteht aus einem sogenannten Bose-Einstein-Kondensat sehr leichter Teilchen.</p> <p>In M3 wird beschrieben, dass es in Galaxien Dunkle Materie gibt, deren physikalische Natur bisher unklar ist. Ein Bose-Einstein-Kondensat würde durchgehende Gravitationswellen abbremsen. Könnte man einen Zeitunterschied zwischen dem Eintreffen von z. B. Neutrinos und Gravitationswellen – die z. B. beim Verschmelzen von Neutronensternen zeitgleich entstanden sind und dann eine Galaxie durchquert haben – nachweisen, so würde das die genannte Hypothese stützen.</p>	4	
7	<p>Die Lernenden ...</p> <p>S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien.</p> <p>(i) Schallwellen benötigen im Gegensatz zu elektromagnetischen Wellen ein Trägermedium und können sich daher nicht im Vakuum ausbreiten. Im weitgehend leeren Raum zwischen astronomischen Objekten ist keine Schallausbreitung möglich.</p> <p>(ii) Elektromagnetische Wellen sind polarisierbar.</p> <p>(iii) Elektromagnetische Wellen entstehen bei Beschleunigung von Ladungen, Gravitationswellen bei Beschleunigung von Massen.</p>	1	1