

Gemeinsame Abituraufgabenpools der Länder

Beispielaufgaben

Aufgabe für das Fach Physik

Kurzbeschreibung

Aufgabentitel	Natürliche und künstliche Lichtspektren
Anforderungsniveau	grundlegend
Inhaltsbereiche	♦ Mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen ♦ Überlagerung von Wellen ♦ Interferenz am Doppelspalt auch mit polychromatischem Licht ♦ Quantenphysik und Materie ♦ Atomvorstellung ♦ Emission und Absorption, Zusammenhang zwischen diskretem Spektrum und Energieniveauschema
Materialien	♦ M 1 Spektrum einer Glühlampe ♦ M 2 Spektrum einer Leuchtstofflampe ♦ M 3 Spektrum der Sonne ♦ M 4 Experimentiermaterialien ♦ M 5 Aufbau einer Leuchtstofflampe ♦ M 6 Spektrum einer Quecksilberdampflampe ♦ M 7 Energieniveauschema von Wasserstoff ♦ M 8 Text von H. Braem: Welches Licht ist gesund: Diese Lampen sind die besten zum Wohlfühlen <i>Farbdruck ist erforderlich</i>
Quellenangaben	♦ M 8: Braem, H. (o. J.). <i>Welches Licht ist gesund: Diese Lampen sind die besten zum Wohlfühlen.</i> Verfügbar unter: https://www.evidero.de/welches-licht-gesund (Zugriff am 28.09.2020) ♦ Alle weiteren Materialien und Abbildungen wurden im Auftrag des IQB erstellt.
Hilfsmittel	♦ Wissenschaftlicher Taschenrechner ♦ Formelsammlung
fachpraktischer Anteil	ja ☐ nein ☒ Zeitzuschlag: -

1 Aufgabe

Natürliche und künstliche Lichtspektren

Der menschliche Organismus ist an das Sonnenlicht gewöhnt. In der Europäischen Union sind Glühlampen weitgehend durch andere Leuchtmittel wie z.B. Leuchtstofflampen ersetzt worden. Um die Unterschiede der beiden Lampenarten zu untersuchen, wurden die beiden Spektren aufgenommen (M 1, M 2).

	BE
1 Die Abbildungen in M 1 und M 2 stellen das Lichtspektrum einer Glühlampe und einer Leuchtstofflampe dar. Beschreiben Sie mithilfe einer Skizze einen Versuchsaufbau, mit dessen Hilfe das Licht der Lampen nacheinander untersucht werden kann. Dafür müssen die in M 4 abgebildeten und genannten Experimentiermaterialien verwendet werden. Nennen Sie hierbei auch die Funktion der einzelnen Experimentiermaterialien. Erklären Sie mithilfe des Prinzips der Interferenz beim Doppelspalt, wie es zu der beobachteten Farbaufspaltung kommt.	3 2 3
2 Die Abbildung in M 5 zeigt schematisch den Aufbau einer Leuchtstofflampe. Sie ist mit Quecksilbergas gefüllt. Die Abbildung in M 6 zeigt das Spektrum einer Quecksilberdampflampe. Begründen Sie, warum die Hersteller nicht direkt das emittierte Licht des Quecksilbers nutzen, sondern zusätzlich noch einen Leuchtstoff auf die Glaskolben aufbringen.	4
3 Analysiert man das Sonnenlichtspektrum, so findet man im sichtbaren Bereich Spektrallücken, z.B. mit den Wellenlängen $\lambda_1 = 657 \text{ nm}$ und $\lambda_2 = 434 \text{ nm}$. Erklären Sie, wie es zu den Spektrallücken kommt. Untersuchen Sie mithilfe des Energieniveauschemas von Wasserstoff M 7, ob die Lücke bei der Wellenlänge $\lambda_2 = 434 \text{ nm}$ auf Wasserstoffatome zurückzuführen sein könnte. Beschreiben Sie an einer Skizze ein aus dem Unterricht bekanntes Experiment, bei dem Spektrallücken beobachtet werden können. Stellen Sie Analogien zwischen Ihrem Experiment und den Spektrallücken im Sonnenspektrum her.	2 4 4 2
4 Beurteilen Sie die Aussagen in M 8 hinsichtlich der Vertrauenswürdigkeit auch aus physikalischer Sicht (siehe M 1, M 2 und M 3).	6

2 Material

Material 1

Spektrum einer Glühlampe

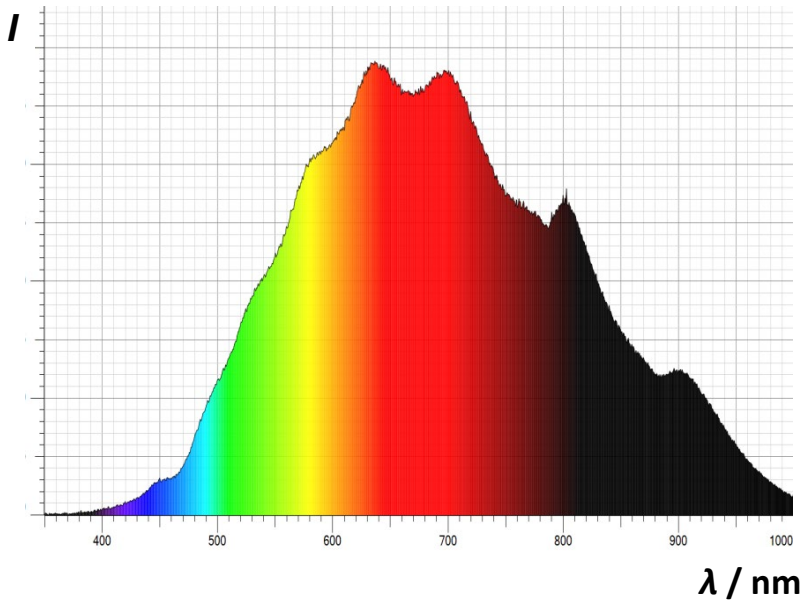


Abb. 1: Spektrum einer Glühlampe, aufgenommen mit einem Kompakt-Spektrometer. Auf der Rechtsachse steht die Wellenlänge (λ in nm), auf der Hochachse wird jeder Wellenlänge eine Intensität (I) zugeordnet. Dies gilt auch für die Spektren in M 2, M 3 und M 6, IQB

Material 2

Spektrum einer Leuchtstofflampe

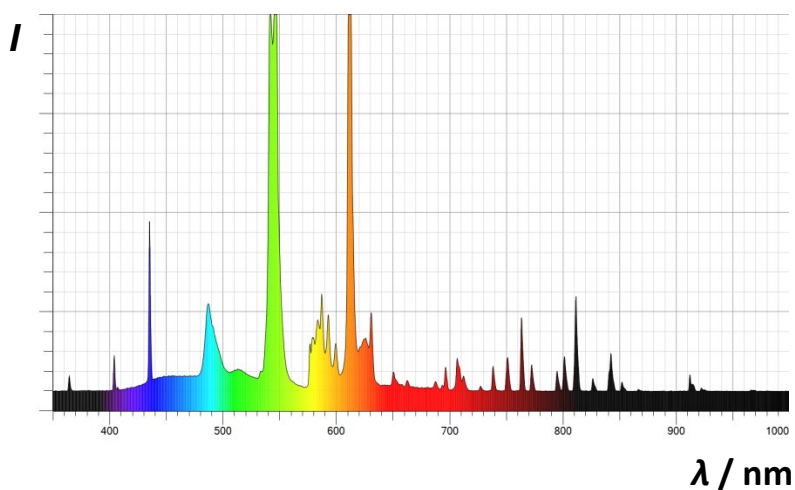


Abb. 2: Spektrum einer Leuchtstofflampe, IQB

Material 3

Spektrum der Sonne

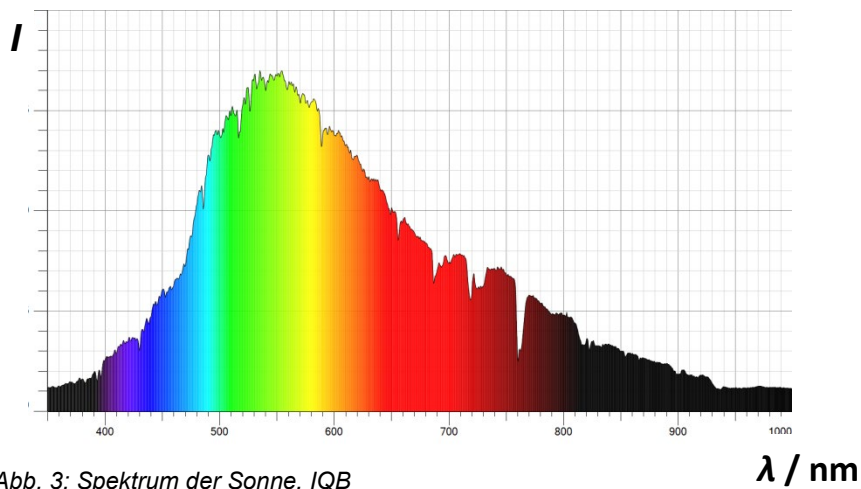


Abb. 3: Spektrum der Sonne, IQB

Material 4

Experimentiermaterialien



Abb. 4: Lampe, Doppelspalt, Spalt, zwei Linsen und Schirm, IQB

Material 5

Aufbau einer Leuchtstofflampe

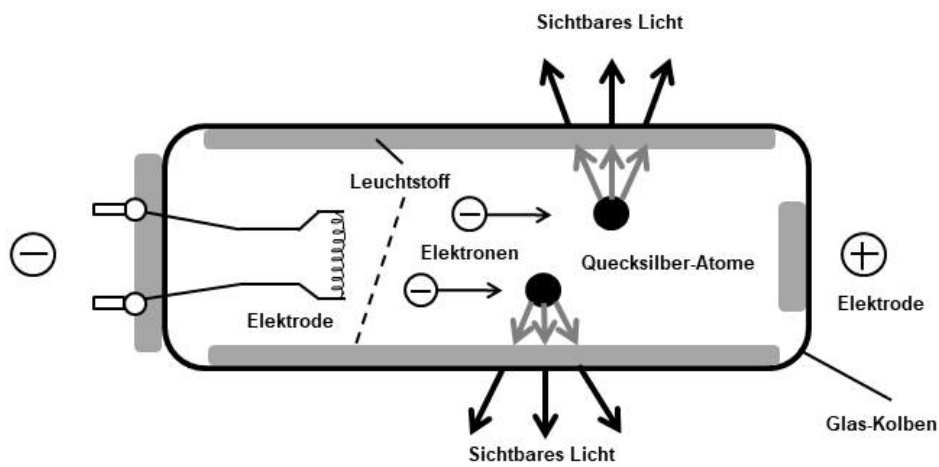


Abb. 5: Schematischer Aufbau und Funktionsweise einer Leuchtstofflampe, IQB

Material 6

Spektrum einer Quecksilberdampf Lampe

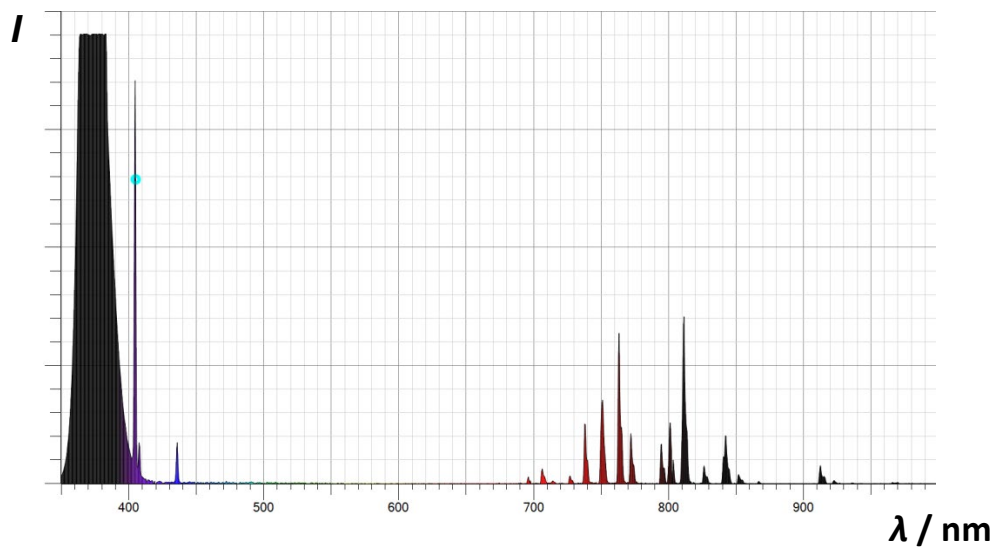


Abb. 6: Spektrum einer Quecksilberdampf Lampe, IQB

Material 7

Energieniveauschema von Wasserstoff

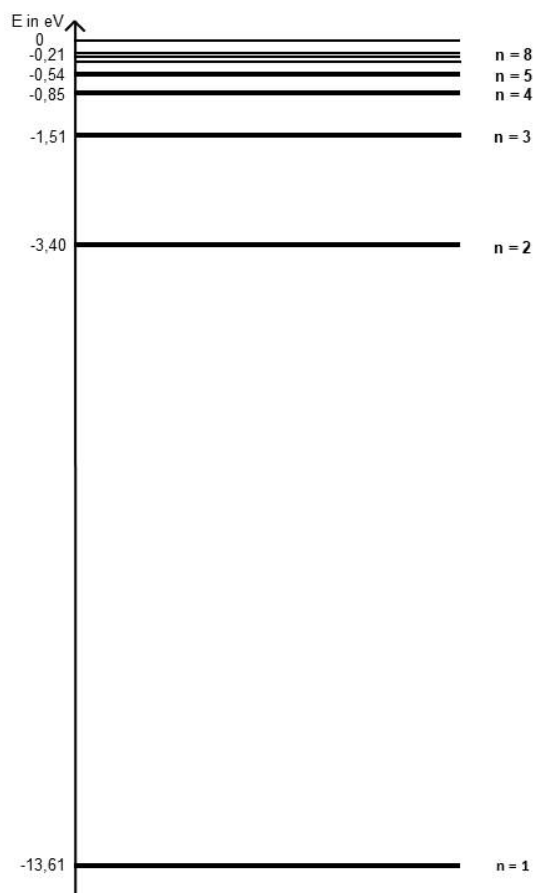


Abb. 7: Energieniveauschema von Wasserstoff, IQB

Material 8

Text von H. Braem: Welches Licht ist gesund: Diese Lampen sind die besten zum Wohlfühlen

„Sind Energiesparlampen wirklich besser als Glühbirnen? Farbpsychologe Harald Braem sagt nein, denn ihr Licht macht schlechte Stimmung. [...]

Es gibt zwei Arten von Licht: **Naturlicht und Kunstlicht**. Naturlicht sind die Sonne und Feuer, also auch Fackeln und Kerzen. Kunstlicht ist einfach gesagt künstliches Licht. Davon gibt es verschiedene Arten. Die bekannteste ist wahrscheinlich die **Glühbirne**, bei der ein Wolframfaden zum Glühen gebracht wird und dann Licht abstrahlt. Heutzutage sind unsere Lampen sogenannte **Entladungslampen**. Diese Lampen sind von innen mit Pigmenten beschichtet. Gas wird entladen und eine Ultraviolettstrahlung freigesetzt, die die Pigmente zum Leuchten bringen. [...]

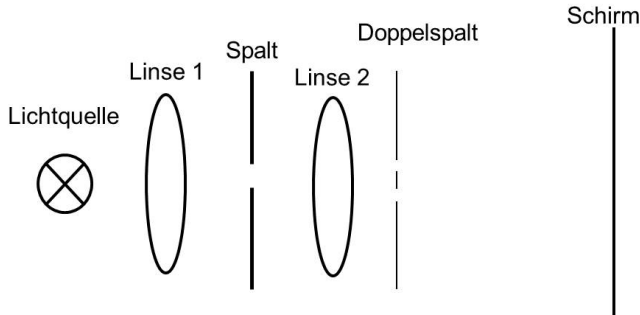
Naturlicht stimuliert unsere Hormone, ganz besonders das Hormon **Serotonin**. Wird es freigesetzt, kriegen wir gute Laune, deshalb wird es auch **Glückshormon** genannt. Wenn wir zu wenig Naturlicht kriegen, weil die Sonne nicht scheint [...], fehlt uns diese Hormon-Ausschüttung und wir sind schlechter gelaunt. [...]

Das Lichtspektrum der Energiesparlampen ist sehr weit entfernt vom Spektrum des Naturlichts. Es gibt viele Untersuchungen zu diesem Thema und es bestätigt sich immer wieder, dass sich die Menschen unwohl bei diesem Licht fühlen. **Es wirkt zu kalt und das beeinflusst unsere Stimmung**. [...]

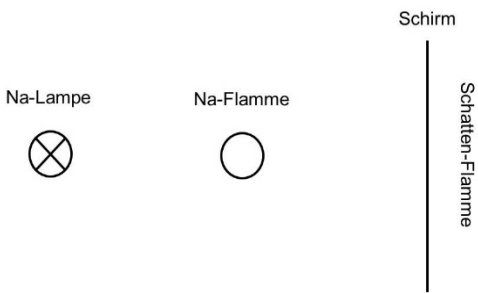
Quelle: Braem, o. J.

3 Erwartungshorizont

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

		BE/AFB		
		I	II	III
1	<i>Beschreiben Sie mithilfe einer Skizze einen Versuchsaufbau, mit dessen Hilfe das Licht der Lampen nacheinander untersucht werden kann. Dafür müssen die in M 4 abgebildeten und genannten Experimentiermaterialien verwendet werden.</i> Die Lernenden ... S 5 erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus. <i>Beschreibung:</i> Um das Spektrum des Lichtes einer Lampe zu untersuchen, benötigt man zwei Linsen, einen Spalt, einen Doppelspalt sowie einen Schirm (siehe untenstehende Skizze).  <i>Nennen Sie hierbei auch die Funktion der einzelnen Experimentiermaterialien.</i> Die Lernenden ... S 5 erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus. ♦ Linse 1: zum Ausleuchten des Spaltes ♦ Spalt: um kohärentes Licht zu erhalten ♦ Linse 2: damit das Bild auf dem Schirm scharf abgebildet wird. ♦ Doppelspalt: zur Erzeugung des Interferenzbildes ♦ Schirm: als Projektionsfläche <i>Erklären Sie mithilfe des Prinzips der Interferenz beim Doppelspalt, wie es zu der beobachteten Farbaufspaltung kommt.</i> Die Lernenden ... S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien.	3		
		2		

	<i>Erklärung (je nach verwendetem Modell):</i> Licht kann im Wellenmodell z. B. mit Hilfe des Huygens'schen Prinzips beschrieben werden. Hinter dem Doppelspalt kommt es zur Interferenz, aufgrund der verschiedenen Wellenlängen unterschiedlicher Farben entstehen zugehörige Maxima an verschiedenen Orten. Wir sehen die Bilder der Maxima auf dem Schirm. (Erklärungen mit anderen physikalisch zulässigen Modellen, wie z. B. Zeigermodell sind ebenfalls möglich, solange es sich um eine geschlossene physikalisch stimmige Argumentation unter Nutzung der Fachbegriffe handelt.)	3		
2	<i>Begründen Sie, warum die Hersteller nicht direkt das emittierte Licht des Quecksilbers nutzen, sondern zusätzlich noch einen Leuchtstoff auf die Glaskolben aufbringen.</i> Die Lernenden ... E 10 beziehen theoretische Überlegungen und Modelle zurück auf Alltagssituationen und reflektieren ihre Generalisierbarkeit. <i>Begründen</i> mit den Kernpunkten: Quecksilber strahlt stark im UV-Bereich, Leuchtstoff absorbiert diese Strahlung, emittiert aber aufgrund der Existenz von Zwischenniveaus Licht im sichtbaren Bereich.		1	3
3	<i>Erklären Sie, wie es zu den Spektrallücken kommt.</i> Die Lernenden ... S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien. <i>Erklärung mit den Kernpunkten:</i> Die beobachtete Erscheinung beruht auf dem Prinzip der Resonanzabsorption. Das Fehlen der Linien könnte ein Hinweis für die Existenz von Wasserstoff auf der Sonne sein. Licht mit den genannten Wellenlängen wird von den H-Atomen in der Sonne absorbiert. Licht, das wieder emittiert wird, hat keine Vorzugsrichtung und wird in alle Richtungen abgestrahlt. Daher bilden sich im sichtbaren Bereich Spektrallücken. <i>Untersuchen Sie mithilfe des Energieniveauschemas von Wasserstoff M 7, ob die Lücke bei der Wellenlänge $\lambda_2 = 434 \text{ nm}$ auf Wasserstoffatome zurückzuführen sein könnte.</i> Die Lernenden ... E 6 erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen; S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an. <i>Untersuchung mit Hilfe des Energieniveauschemas des Wasserstoffatoms:</i> $E_m - E_n = hf$ mithilfe der Gleichung $c = \lambda f$ folgt:		2	

	$E_m - E_n = h \frac{c}{\lambda}$ Für $\lambda = 434 \text{ nm}$ folgt: $E_m - E_n \approx 2,86 \text{ eV}$, also ergibt sich mithilfe des Diagramms M 7 $n = 2$ und $m = 5$. <i>Beschreiben Sie an einer Skizze ein aus dem Unterricht bekanntes Experiment, bei dem Spektrallücken beobachtet werden können.</i> Die Lernenden ... S 5 erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus; K 6 veranschaulichen Informationen und Daten in ziel-, sach- und adressatengerechten Darstellungsformen, auch mithilfe digitaler Werkzeuge. <i>Beschreiben eines im Unterricht behandelten Experiments:</i> So wird z. B. die Flamme eines Bunsenbrenners mit einer Na-Dampflampe beleuchtet. In die Flamme wird Kochsalz eingebracht. Im Licht der Na-Dampflampe entsteht ein Schatten. <u>Versuchsskizze:</u>  <i>Stellen Sie Analogien zwischen Ihrem Experiment und den Spektrallücken im Sonnenspektrum her.</i> Die Lernenden ... S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien. <i>Analogien:</i> ♦ Sonne – Natriumlampe ♦ Wasserstoff in der Chromosphäre der Sonne - Na-Gas ♦ Spektrallücken – Schatten der Flamme.	4	
		2	
		2	
		2	
4	<i>Beurteilen Sie die Aussagen in M 8 hinsichtlich der Vertrauenswürdigkeit auch aus physikalischer Sicht (siehe M 1, M 2 und M 3).</i> Die Lernenden ... B 2 beurteilen Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Relevanz. <i>Beurteilung:</i> Glühlampen besitzen ein volles Spektrum, ähnlich dem Sonnenspektrum, Gasentladungslampen besitzen diskrete Spektren.		

	Bezugnehmend auf die Spektren in M 1 und M 2 kann erläutert werden, dass der Anteil des „warmen Lichtes“ bei den Gasentladungslampen im Vergleich zu den Glühlampen deutlich geringer ist. Weiterhin fällt im Spektrum der Gasentladungslampe M 2 auf, dass bei vielen Wellenlängen die Intensität sehr gering ist, sodass man diese Farben des Lichtes für das menschliche Empfinden vernachlässigen kann. Auf Grundlage des Textes in M 8 kann dann vermutet werden, dass sich das Licht der Gasentladungslampen auf den menschlichen Organismus nachteilig wirken könnte. z. B. führt dies zu einer reduzierten Ausschüttung des Hormons Serotonin, das sich wiederum auf die psychische Verfassung auswirkt. Es wird im Text zwar genannt, dass es viele Untersuchungen zu diesem Thema gibt, aber die genauen Zusammenhänge und Untersuchungen werden nicht erläutert. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass aus physikalischer Sicht Unterschiede in den Spektren von Leuchtstofflampen und Glühlampen bzw. Sonnenlicht zu beobachten sind, jedoch bleibt offen, ob es eine direkte biologische Auswirkung auf den menschlichen Organismus gibt.	2	2	
	Summe	10	17	3
	Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent	33	57	10

4 Standardbezug

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	1, 5			
2		10		
3	1, 5, 7	6	6	
4				2

5 Bewertungshinweise

Die Bewertung der erbrachten Prüfungsleistungen hat sich für jede Teilaufgabe nach der am rechten Rand der Aufgabenstellung angegebenen Anzahl maximal erreichbarer Bewertungseinheiten (BE) zu richten.

Für die Bewertung der Gesamtleistung eines Prüflings ist ein Bewertungsraster¹ vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

¹ Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.