

---

## **Schriftliche Abiturprüfung Grundkursfach Physik**

### **Abiturähnliche Musteraufgaben**

---

#### **1 Vorbemerkungen und Hinweise zum Aufgabenmuster**

Der Beschluss der Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife in den Fächern Biologie, Chemie und Physik durch die Kultusministerkonferenz am 18. Juni 2020 bedingt auch Änderungen bei Struktur und Inhalten der schriftlichen Abiturprüfungen in den genannten Fächern.

Die abiturähnliche Musterklausur soll wesentliche Veränderungen der Abiturprüfungen ab 2024/25 illustrieren und als Hilfe für alle Fachlehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler bei der Vorbereitung auf die schriftliche Abiturprüfung dienen.

Neben Abbildung der neuen Abitur- und Aufgabenstruktur sollen die Musteraufgaben auf neue Lerninhalte, die Nutzung der angepassten Operatorenliste und die höhere Bedeutung der neben der Sachkompetenz im Fachunterricht erworbenen Erkenntnisgewinnungs-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz hinweisen.

Die verwendeten themengleichen Aufgaben in den Mustern für Grund- und Leistungskurs veranschaulichen mögliche Unterschiede in den Anforderungen.

Mit der Abiturprüfung 2024/25 besteht für Prüflinge die Möglichkeit, sich beim Misslingen eines Experiments, Teillösungen gegen Abzug von ausgewiesenen Bewertungseinheiten zur Verfügung stellen zu lassen. Die Umsetzung dessen wird hier ebenfalls illustriert.

Dem Muster sind folgende Dokumente zugrunde gelegt:

- Bildungsstandards in den Fächern Biologie, Chemie, Physik für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020)
- Lehrpläne für allgemeinbildende und Berufliche Gymnasien im Fach Physik in der Fassung vom 01.08.2022
- Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums für Kultus zur Vorbereitung auf die Abiturprüfung und die Ergänzungsprüfungen 2025 an allgemeinbildenden Gymnasien, Abendgymnasien und Kollegs im Freistaat Sachsen (VwV Abiturprüfung 2025)
- Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums für Kultus zur Vorbereitung auf die Abiturprüfung 2025 an beruflichen Gymnasien im Freistaat Sachsen
- Grundstock von Operatoren (IQB, Stand 31.03.2022)

Für die Musterklausur wurden im Wesentlichen angepasste illustrierende Abituraufgaben des Institutes zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) sowie Aufgaben des Landes Sachsen zusammengestellt. Änderungen bei der Verteilung der Bewertungseinheiten hinsichtlich der Anforderungsbereiche sind möglich.

Weitere Aufgabenvorschläge sind zu finden unter:

[IQB - Aufgabensammlung Sekundarstufe II - Physik \(hu-berlin.de\)](https://www.hu-berlin.de/iqb-aufgabensammlung-secundarstufe-ii-physik)

Gegenüber den bisherigen sächsischen Abiturprüfungen ergeben sich folgende Strukturänderungen:

Pflichtaufgaben 1 und 2

- materialgebundene Pflichtaufgaben ohne fachpraktischen Anteil
- Anzahl der zu erreichenden Bewertungseinheiten ist bei beiden Aufgaben gleich

Wahlaufgabe 3

- besteht aus zwei Aufgaben mit fachpraktischem Anteil, von denen nur eine bearbeitet werden muss
- fachpraktische Aufgaben sind zusätzlich mit Materialien angereichert
- bei Bearbeitung der Wahlaufgabe ist die gleiche Anzahl an Bewertungseinheiten erreichbar wie auch bei Aufgabe 1 oder 2.

Je bearbeiteter Aufgabe können im Grundkursfach 30 BE und damit insgesamt in der Prüfung 90 BE erreicht werden.

Zwei der vier dem Prüfling vorgelegten Aufgaben werden unverändert dem gemeinsamen Abituraufgabenpool der Länder beim IQB entnommen sein. Alle weiteren Aufgaben stellt die sächsische Abituraufgabenauswahlkommission bereit. Bestimmend für das Erstellen aller Aufgaben sind die Vorgaben für die Abituraufgabenerstellung des IQB.

Zugelassene Hilfsmittel können zur Lösung jeder Aufgabe uneingeschränkt genutzt werden. Der Einsatz bundesweit einheitlicher Hilfsmittel ist in Sachsen ab dem Abitur 2025/26 vorgesehen.

Es ist davon auszugehen, dass pro Aufgabe in der Regel zwei Seiten Material beigelegt sind. Diese können auch Arbeitsmaterialien für die Prüflinge enthalten, die separat zu bearbeiten sind.

Jede der Aufgaben einer Prüfung bezieht sich in komplexer Weise hauptsächlich auf einen der in den Bildungsstandards genannten Inhaltsbereiche. Eine Vernetzung mit anderen Inhaltsbereichen erfolgt nur in geringem Umfang.

Von einer Bezugnahme auf die vier Kompetenzbereiche: Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz sowie auf die in den Bildungsstandards genannten Basiskonzepte ist bei allen Prüfungsaufgaben auszugehen.

Prüflinge müssen zudem in der Lage sein, grundlegende Kompetenzen, welche in der Sekundarstufe I erworben wurden, beim Lösen von Aufgaben anwenden zu können.

## 2 Hinweise zur Durchführung fachpraktischer Aufgaben

Sächsisches Staatsministerium  
für Kultus

Geltungsbereich:  
- allgemeinbildendes Gymnasium  
- berufliches Gymnasium  
- Abendgymnasium und Kolleg  
- schulfremde Prüflinge

ab Schuljahr **2024/25**

---

### Schriftliche Abiturprüfung Grundkursfach Physik

#### - ABITURÄHNLICHE MUSTERAUFGABEN -

#### Vorinformationen für die prüfende Fachlehrkraft

---

##### Maßnahmen zur materiellen Sicherstellung der Prüfung

Für die Prüflinge ist kariertes Papier und bei Bedarf weißes Papier und Millimeterpapier bereitzustellen.

Im Wahlteil 3 der schriftlichen Prüfung hat jeder Prüfling die Wahl zwischen zwei Aufgaben (3.1 und 3.2), die jeweils eigene experimentelle Tätigkeit unter Einhaltung der geltenden Sicherheitsbestimmungen erfordern.

Dafür sind hinreichend viele Experimentierplätze einzurichten. Für die Beaufsichtigung und Bewertung der experimentellen Tätigkeit der Prüflinge ist eine Fachlehrkraft einzusetzen, die in der Lage ist, die Durchführung der Experimente zu kontrollieren, einzuschätzen und zu protokollieren.

Zu diesem Zweck ist der mit den Prüfungsaufgaben erhaltene Beobachtungsbogen für jeden Prüfling zu vervielfältigen und mit der Chiffre der Bildungseinrichtung sowie der Kennzahl des Prüflings zu versehen. Der von der Aufsicht führenden Fachlehrkraft ausgefüllte Beobachtungsbogen (Erfüllungsgrad des jeweiligen Schwerpunktes, ggf. erteilte Hilfe bzw. Hinweise) ist nach der Prüfung den korrigierenden Fachlehrkräften zugänglich zu machen.

Ersatzergebnisse, Ersatzmesswerte oder Ersatzbeobachtungen, die ein Prüfling beim Misslingen eines Experiments gegen ausgewiesenen Abzug von Bewertungseinheiten erhalten kann, werden zusammen mit dem Beobachtungsbogen am Morgen des Prüfungstages zum Download bereitgestellt.

Es ist sicherzustellen, dass alle geltenden Sicherheitsbestimmungen beim experimentellen Arbeiten eingehalten werden können.

**Für jeden Arbeitsplatz sind Geräte und Materialien wie folgt zu planen:**

### **Grundkurs Wahlaufgabe 3.1**

Die bereitzustellenden Geräte aus der Liste mit dem Experimentiermaterial können hinsichtlich ihrer Daten durch gleichwertige Geräte ersetzt werden.

Das Experiment ist vor der schriftlichen Prüfung von der prüfenden Fachlehrkraft durchzuführen. Alle Geräte müssen von der prüfenden Fachlehrkraft vor der Prüfung auf ihre Funktionsfähigkeit überprüft werden.

Spannungssensor sowie Computer oder ein computergestütztes Messwerterfassungssystem mit der entsprechenden Software im Rahmen einer geschlossenen Plattform sind entsprechend der Ausstattung der Schule und dem im Vorunterricht verwendeten System zu wählen.

Geräte:

- Elektrolytkondensator geeigneter Kapazität  
(z. B. Variante 1:  $C = 500 \mu\text{F}$  oder Variante 2:  $C = 4 \mu\text{F}$ )
- technische Widerstände mit drei bekannten Ohm'schen Widerständen  
(z. B. Variante 1:  $R_1 = 47 \Omega$ ,  $R_2 = 100 \Omega$  und  $R_3 = 470 \Omega$  oder Variante 2:  $R_1 = 500 \Omega$ ,  $R_2 = 1000 \Omega$  und  $R_3 = 2000 \Omega$ )
- Gleichspannungsquelle (einstellbar bis  $U = 10 \text{ V}$ )
- Verbindungsleiter
- Schalter
- Spannungssensor, Computer

Hinweise:

Ein Kondensator wird jeweils über einen technischen Widerstand entladen. Die Entladekurven für drei gewählte Widerstände werden nacheinander aufgenommen.

Die Zeit für das Entladen auf 30 % hängt von der Kapazität  $C$  des Kondensators und vom elektrischen Widerstand  $R$  ab.

In die Messung werden die Prüflinge am Arbeitsplatz eingewiesen.

Versuchsdurchführung:

Mit dem Versuchsaufbau (M 11) kann die Spannung an einem Kondensator in Abhängigkeit von der Zeit beim Entladen untersucht werden. Das Spannungsmessgerät in der Abbildung 12 symbolisiert ein digitales Messwerterfassungssystem mit Spannungssensor. Das Speichern der Daten erfolgt durch die Prüflinge entsprechend der Gegebenheiten der Schule.

Sollten die Untersuchungen aus von einem Prüfling nicht selbst zu verantwortenden Gründen keine oder nachweisbar beeinträchtigte Beobachtungen liefern, ist seitens der Aufsicht führenden Fachlehrkraft für Ersatzmaterialien oder -geräte zu sorgen. Alternativ werden von dieser Lehrkraft die Ersatzbeobachtungen dem Prüfling zur Verfügung gestellt.

Prüflinge können sich überdies, gegen Abzug von Bewertungseinheiten, auf eigenes Verlangen den Aufbau sowie die Ergebnisse zur weiteren Bearbeitung der Aufgabe vorlegen lassen. Bei der vorliegenden Aufgabe erfolgt in diesem Fall der Abzug von bis zu 6 BE.

Weitere Hinweise:

Notwendige Gefährdungsbeurteilungen werden zentral am Morgen des Prüfungstages zum Download bereitgestellt.

## **Grundkurs Wahlaufgabe 3.2**

**Auf eine zweite Wahlaufgabe wurde in diesem Muster verzichtet.**

### 3 Prüfungsaufgabenmuster

Sächsisches Staatsministerium  
für Kultus

ab Schuljahr 2024/25

Geltungsbereich:  
- allgemeinbildendes Gymnasium  
- berufliches Gymnasium  
- Abendgymnasium und Kolleg  
- schulfremde Prüflinge

---

## Schriftliche Abiturprüfung Grundkursfach Physik

- Abiturähnliche Musteraufgaben -

Material für den Prüfling

**Pflichtaufgabe 1, Pflichtaufgabe 2 und Wahlaufgabe 3**

---

### Allgemeine Arbeitshinweise

**Pflichtaufgabe 1 und Pflichtaufgabe 2 sind von allen Prüflingen zu bearbeiten. Bei Wahlaufgabe 3 ist nur eine der zur Auswahl stehenden Aufgaben 3.1 oder 3.2 zu lösen.**

Ihre Gesamtarbeitszeit beträgt 270 Minuten. Diese Angabe schließt bereits zusätzliche 15 Minuten für die Aufgabenauswahl und das Einrichten des Experimentierplatzes mit ein.

Bei jeder der zu bearbeitenden Aufgaben sind jeweils 30 Bewertungseinheiten (BE) erreichbar.

### Zugelassene Hilfsmittel:

- grafikfähiger, programmierbarer Taschenrechner mit oder ohne Computer-Algebra-System. Die Software eines solchen Taschenrechners oder eine gleichwertige Software kann auch auf einem Computer im Rahmen einer geschlossenen Plattform verwendet werden.
- Tabellen- und Formelsammlung,
- Zeichengeräte,
- Computer im Rahmen einer geschlossenen Plattform, im Falle einer entsprechenden Aufgabenstellung. Es muss die jeweilige Software installiert sein, die der Prüfling zur Erfassung und Auswertung von Messwerten im Unterricht genutzt hat. Dieses Hilfsmittel wird ausschließlich für die experimentelle oder praktische Tätigkeit benötigt.
- Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung

Handelt es sich bei den Hilfsmitteln um Wörterbücher, sind jeweils nichtelektronische und elektronische Wörterbücher zugelassen, sofern sie geschlossene Systeme ohne Möglichkeit der Speichererweiterung sind. Internetfähige Hilfsmittel sind ausgeschlossen.

Prüflinge, deren Herkunftssprache nicht oder nicht ausschließlich Deutsch ist, können zusätzlich in allen Prüfungsfächern ein zweisprachiges Wörterbuch (Deutsch-Herkunftssprache/Herkunftssprache-Deutsch) verwenden.

# Prüfungsinhalt

## Pflichtaufgabe 1<sup>1</sup>

### Ein induktiver Sensor für das intelligente Auto

In modernen Autos findet man eine Vielzahl von Sensoren, die für die Steuerung von Prozessen genutzt werden und so die kontrollierte Benutzung des Autos unterstützen. In dieser Aufgabe wird das Funktionsprinzip ausgewählter Sensoren genauer betrachtet, die eine Induktionsspannung als Messsignal nutzen. Diese Sensoren können eingesetzt werden, um verschiedene Drehbewegungen beim fahrenden Auto zu analysieren und sind daher Grundlage für beispielsweise das ABS-System oder die Geschwindigkeitsregelanlage (Tempomat).

- |   | BE |
|---|----|
| <p><b>1</b> Beschreiben Sie zwei Möglichkeiten unter Verwendung einer Spule und eines Permanentmagneten eine Induktionsspannung zu erzeugen.<br/>Erklären Sie zu jeder der beiden von Ihnen gewählten Möglichkeiten das Zustandekommen der Induktionsspannung anhand einer Argumentationskette.</p>   | 6  |
| <p><b>2</b> Begründen Sie, welche Diagramme aus M 1 keine Spannungsverläufe eines Sensors des Typs I sein können.<br/>Interpretieren Sie die verbleibenden möglichen Spannungsverläufe hinsichtlich des zugehörigen Drehverhaltens des Rades.</p>   | 4  |
| <p><b>3</b> Begründen Sie, dass die Drehrichtung des Rades des vereinfachten Sensors in M 1 anhand des ausgegebenen Spannungsverlaufs nicht unterschieden werden kann.<br/>Beschreiben Sie eine mögliche Lösung für dieses Problem.<br/>Erklären Sie die von Ihnen vorgeschlagene Lösung.</p>   | 4  |
| <p><b>4</b> Ermitteln Sie anhand der Frequenz der aufgezeichneten Wechsellspannung in M 2 die Momentangeschwindigkeit des Autos.<br/>Gehen Sie dazu von einem Reifendurchmesser von 63 cm aus.</p>  | 4  |
| <p><b>5</b> Ergänzen Sie die Tabelle 1 auf dem Arbeitsblatt 1.<br/>Begründen Sie dazu auch die von Ihnen eingetragenen Werte unter Verwendung des Induktionsgesetzes.</p>   | 6  |
| <p><b>6</b> Abgeordnete können auf die Gesetzgebung vor allem durch Anträge einwirken, die dem Parlament vorgelegt werden. Da ein mit Sensoren ausgestattetes Auto mit der Möglichkeit des autonomen Fahrens eine besondere Chance für Senioren bietet, länger aktiv am Straßenverkehr teilzunehmen und ihre Lebensqualität durch den Erhalt von Mobilität und Unabhängigkeit zu steigern, wäre ein Antrag auf die Bereitstellung von Fördermitteln für über 70-Jährige fürs autonome Fahren und die Anschaffung eines entsprechenden Fahrzeugs durchaus denkbar (M 4).<br/>Werten Sie die Nutzwertanalyse in Tabelle 2 auf dem Arbeitsblatt 1 aus.</p> <p>Ordnen Sie die durchgeführte Nutzwertanalyse einer der folgenden Personengruppen zu: Mitglied einer Umweltschutzorganisation, Einwohner Deutschlands über 70 Jahre alt, Vorstandsmitglied eines Automobilkonzerns.<br/>Begründen Sie ihre Auswahl.</p> | 6  |

<sup>1</sup> Adaption der vom IQB vorgegebenen Beispielaufgabe

# Prüfungsinhalt

## Material Pflichtaufgabe 1<sup>2</sup>

### Material 1: Induktiver Sensor Typ I und Spannungsverläufe

Ein einfaches Modell eines induktiven Sensors etwa zur Erfassung der Drehzahl eines Autoreifens ist unten abgebildet. Die Drehzahl kann ermittelt werden, indem ein an einem Rad befestigter Magnet dicht an einer Spule vorbei gleitet. Das Rad ist dabei mit der Achse des Autoreifens fest verbunden. Die zwischen den Spulenenden auftretende Spannung wird mit einem Voltmeter gemessen.

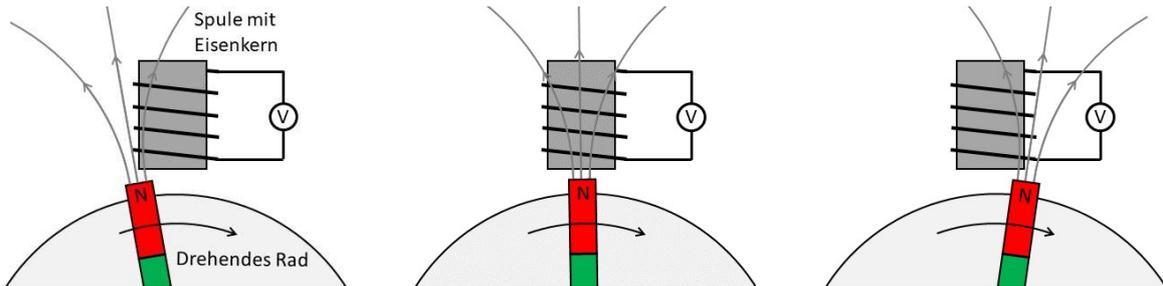


Abb. 1: Modell eines induktiven Sensors, IQB

### Auswahl an Spannungsverläufen beim Drehen des Rades

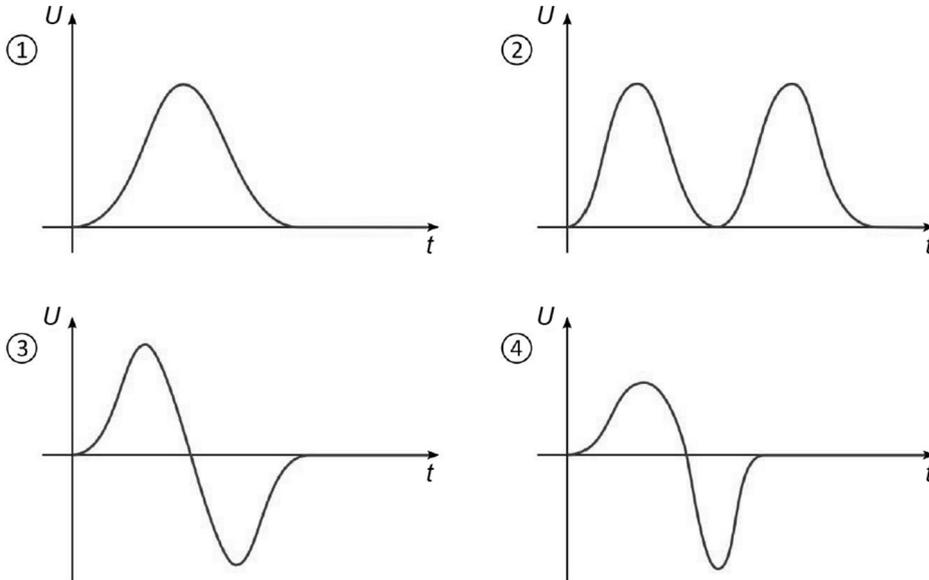


Abb. 2.1 – 2.4: Auswahl an Spannungsverläufen beim Drehen des Rades, IQB

<sup>2</sup> Adaption der vom IQB vorgegebenen Materialien zur Beispielaufgabe

## Material 2: Induktiver Sensor Typ II und Verlauf der Induktionsspannung

Ein Modell eines komplexen induktiven Sensortyps ist rechts abgebildet. Der Rand des sich drehenden Rades ist derart mit Magneten bestückt, dass sich stets Nord- und Südpol in gleichen Abständen abwechseln. Durch eine solche Anordnung der Magnete wird eine annähernd sinusförmige Wechselspannung am Voltmeter registriert, wenn das Rad gleichförmig am Sensor (Typ II) vorbei gedreht wird.

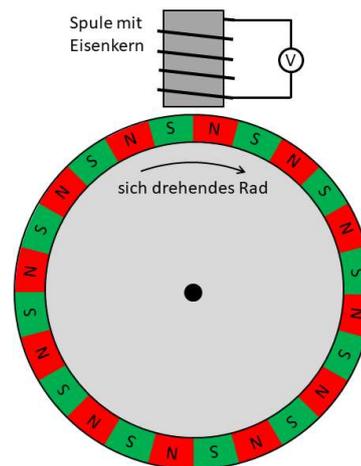


Abb. 3: Modell eines komplexen Sensortyps, in Anlehnung an Abitur Berlin, 2019, IQB

Möglicher, mithilfe des Sensors ermittelter Spannungsverlauf für ein fahrendes Auto:

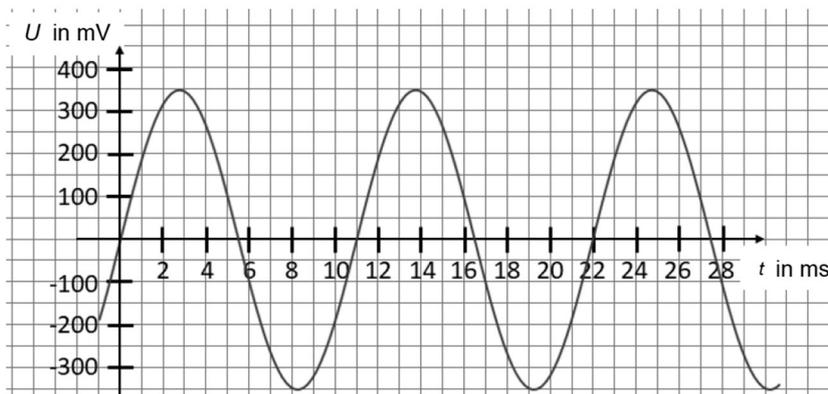


Abb. 4: Möglicher Spannungsverlauf für ein fahrendes Auto, IQB

## Material 3: Kalibrierung eines induktiven Sensors

Die Momentangeschwindigkeit eines Autos kann unter anderem über die Amplitude der durch einen Sensor vom Typ II gemessenen Wechselspannung ermittelt werden. Hierzu ist allerdings eine Kalibrierung des Sensors erforderlich, bei der einer Amplitude  $U_{\max}$  der Wechselspannung ein Geschwindigkeitsbetrag  $v$  des Autos zugeordnet wird.

Bei der Kalibrierungsmessung ergeben sich unter anderem folgende Messwerte:

**Tabelle 1: Messwerte der Kalibrierung**

Windungszahl $N$	300	900	300	900
Geschwindigkeit $v$ in $\frac{m}{s}$	15	15	30	30
maximale Sensorspannung $U_{max}$ in mV	350			

Quelle: IQB

**Material 4: Nutzwertanalyse**

Als Bewertungsmaßstab werden 5 Punkte für die optimale Erfüllung des Kriteriums festgelegt und 0 Punkte für die schlechteste Erfüllung.

**Tabelle 2: Nutzwertanalyse**

		Bereitstellung von Fördermitteln für über 70-Jährige fürs autonome Fahren		Bereitstellung von Fördermitteln für über 70-Jährige für Taxischeine	
herangezogene Kriterien	gewichtet	Punkte	gewichtet	Punkte	gewichtet
Lebensqualität	0,3	4		2	
Unabhängigkeit	0,2	4		2	
Persönliche Wirtschaftlichkeit	0,2	1		3	
Umweltschutz	0,2	1		2	
Verkehrssicherheit	0,1	2		3	
Gesamt	1,0				

Quelle: IQB

## Arbeitsblatt 1 zu Pflichtaufgabe 1

Chiffre: .....

Kennzahl: .....

Ergänzen Sie beide Tabellen laut Aufgabenstellung der Aufgabe 1.

Tabelle 1: Messwerte der Kalibrierung

Windungszahl $N$	300	900	300	900
Geschwindigkeit $v$ in $\frac{m}{s}$	15	15	30	30
maximale Sensorspannung $U_{\max}$ in mV	350			

Quelle: IQB

Tabelle 2: Nutzwertanalyse

		Bereitstellung von Fördermitteln für über 70-Jährige fürs autonome Fahren		Bereitstellung von Fördermitteln für über 70-Jährige für Taxischeine	
herangezogene Kriterien	gewichtet	Punkte	gewichtet	Punkte	gewichtet
Lebensqualität	0,3	4		2	
Unabhängigkeit	0,2	4		2	
Persönliche Wirtschaftlichkeit	0,2	1		3	
Umweltschutz	0,2	1		2	
Verkehrssicherheit	0,1	2		3	
Gesamt	1,0				

Quelle: IQB

# Prüfungsinhalt

## Pflichtaufgabe 2<sup>3</sup>

### Interferenz von Molekülen

Interferenzexperimente sind eine wesentliche Methode zur Untersuchung von Quantenobjekten. Experimente mit Elektronen standen am Beginn dieser Forschungsarbeiten. In den vergangenen Jahrzehnten wurden solche Experimente mit immer größeren Molekülen durchgeführt. In einem Experiment wurde 2012 an der Universität Wien die Interferenz von Farbstoffmolekülen an einem Gitter untersucht (M 5).

	<b>BE</b>
<b>1</b> Untersuchen Sie, ob die in M 5 beschriebenen Farbstoffmoleküle bei einer Geschwindigkeit von $158 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ eine de-Broglie-Wellenlänge von $1,95 \cdot 10^{-12} \text{m}$ besitzen.	2
<b>2</b> Erläutern Sie anhand aussagekräftiger Skizzen Ihr Vorgehen zur Berechnung des Abstandes eines Maximums zweiter Ordnung zum Maximum nullter Ordnung. Gehen Sie dabei auch auf verwendete Näherungen ein.	4
<b>3</b> Berechnen Sie unter Verwendung von M 5 den Abstand eines Maximums zweiter Ordnung vom Maximum nullter Ordnung auf dem Schirm.  Begründen Sie qualitativ den Einfluss der Wellenlänge auf den Abstand $\Delta d$ zweier benachbarter Interferenzmaxima auf dem Beobachtungsschirm.	7
<b>4</b> Die Moleküle bewegen sich unmittelbar vor dem Gitter auf den Ursprung eines x-y-Koordinatensystems zu, das auf dem Schirm festgelegt ist (M 5). Begründen Sie, dass die Auftreffpunkte auf den Linien 1 und 2 (M 5, Abbildung 6) zu Molekülen mit unterschiedlichen Anfangsgeschwindigkeiten $v_1$ und $v_2$ gehören.  Erklären Sie damit die Nichtparallelität der beiden Interferenzstreifen, die zu den Maxima 1. Ordnung gehören.	5
<b>5</b> Erläutern Sie unter Bezugnahme auf die Aussagen in M 6, wie Beobachtungen beim Doppelspaltexperiment mit Elektronen dazu führen, dass das Elektron als Quantenobjekt betrachtet werden muss.  Erklären Sie das in M 6 (Abbildung 7) gezeigte Schirmbild bei einem Doppelspaltexperiment mit Elektronen anhand der Eigenschaften von Quantenobjekten.	6
<b>6</b> Das Doppelspaltexperiment wird mit Elektronen dahingehend erweitert, dass mittels einer Messvorrichtung untersucht wird, welchen der beiden Spalte ein Elektron jeweils passiert. Erläutern Sie, wie sich diese Messung auf das zu beobachtende Schirmbild auswirkt.	3
<b>7</b> Beurteilen Sie unter Verwendung von M 7 die Gültigkeit der Quantentheorie für makroskopische Objekte.	3

<sup>3</sup> Adaption der vom IQB vorgegebenen Beispielaufgabe

# Prüfungsinhalt

## Material Pflichtaufgabe 2<sup>4</sup>

### Material 5: Interferenz von Farbstoffmolekülen

#### Versuchsaufbau

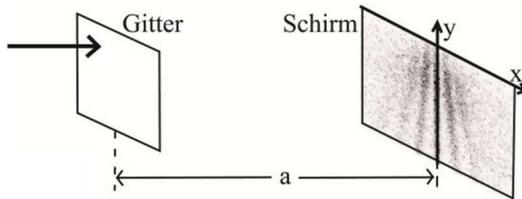


Abb. 5: Versuchsaufbau, IQB, in Anlehnung an Juffmann et al., 2012, IQB

Die Interferenz erfolgt an einem Gitter. Dieses besteht aus einer großen Zahl enger Spalte. Der Abstand zweier benachbarter Spalte ist durchgehend konstant und wird als Gitterkonstante  $g$  bezeichnet. Die Bewegung der Moleküle erfolgt senkrecht zum Gitter, der Schirm ist parallel zum Gitter orientiert.

Die theoretische Untersuchung zeigt, dass die Bedingung, die der Gangunterschied zwischen zwei benachbarten Spalten für ein Maximum der Ordnung  $k$  erfüllen muss, die gleiche ist wie für einen Doppelspalt mit dem Spaltabstand  $b$ .

#### Tabelle 3: Daten zum Experiment

Gitterkonstante $g$	100nm
Abstand $a$ zwischen Gitter und Schirm Der Schirm verläuft parallel zur Gitterebene.	564mm
Masse der verwendeten Farbstoffmoleküle	$2,155 \cdot 10^{-24}$ kg

Quelle: in Anlehnung an Juffmann et al., 2012, IQB

#### Schirmbild

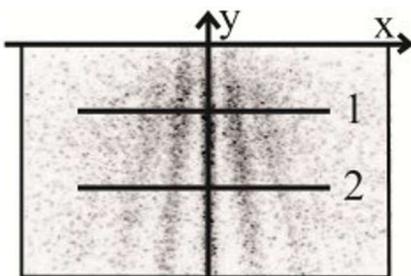


Abb. 6: Schirmbild, in Anlehnung an Juffmann et al., 2012, IQB

<sup>4</sup> Adaption der vom IQB vorgegebenen Materialien zur Beispielaufgabe

## Material 6: Das Elektron als Quantenobjekt

Richard Feynman über die Natur des Elektrons

„Ursprünglich glaubte man, das Elektron z. B. verhielte sich wie ein Teilchen, dann aber fand man, dass es sich in vieler Hinsicht wie eine Welle verhält. In Wirklichkeit verhält es sich also weder wie das eine noch wie das andere. Geben wir es also auf. Wir sagen: ‘Es ist wie *keins von beiden*.’”  
(Richard P. Feynman, 1963)

Quelle: Feynman, 2015, S. 1

Schirmbild beim Doppelspaltexperiment

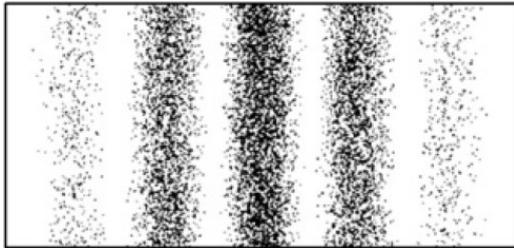


Abb. 7: Schirmbild beim Doppelspaltexperiment, in Anlehnung an Juffmann et al., 2012, IQB

## Material 7: Interferenzversuche mit Molekülen

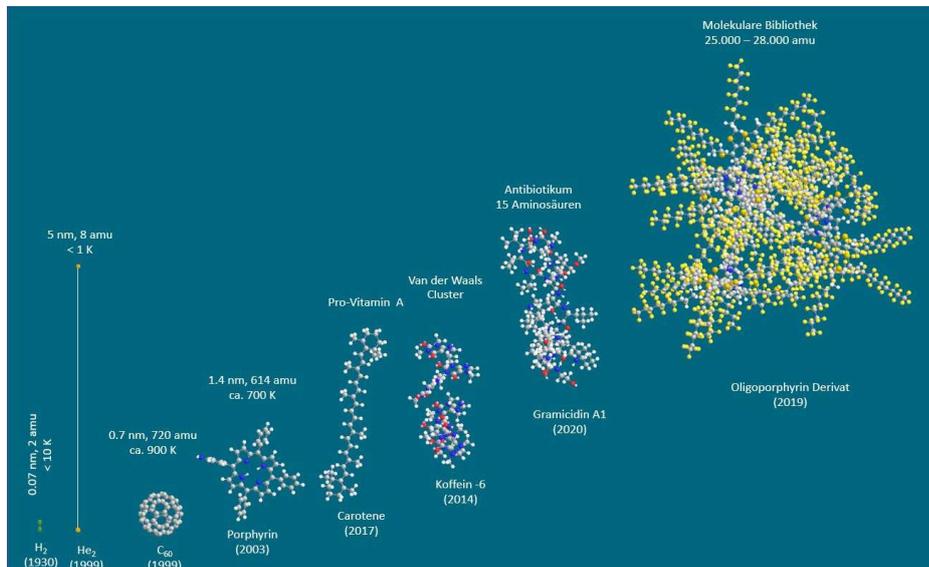


Abb. 8: durchgeführte Interferenzversuche mit Molekülen

Seit 1930 gelangen Interferenzexperimente mit immer komplexeren Systemen. Dem ersten zweiatomaren System H<sub>2</sub> folgte über sechzig Jahre später mit He<sub>2</sub> das am schwächsten gebundene und größte diatomare System (Bindungsenergie von wenigen 100 neV). Die Interferenz eines heißen polyatomaren Moleküls wurde mit C-60 beobachtet. Seitdem wurden Gitterbeugungsexperimente und Molekülinterferometrie auf viele Systeme ausgeweitet, von organischen Farbstoffen (TPP) über Vitamine ( $\beta$ -Carotene) und van-der-Waals gebundene Koffein-Cluster bis hin zu polypeptidischen Antibiotika (Gramicidin) und komplexen organischen Molekülen, die bis zu 2000 Atome in einem Teilchen binden.

Quelle: Prof. Dr. Markus Arndt, Quantum Nanophysics Group, Universität Wien (private Mitteilung), IQB

# Prüfungsinhalt

## Wahlaufgabe 3

Wählen Sie zwischen den Aufgaben 3.1 und 3.2. Bearbeiten Sie nur **eine** dieser.

### Wahlaufgabe 3.1<sup>5</sup>

#### Zeitsteuerung in einem Rauchmelder

In jedem Jahr verunglücken Menschen tödlich durch Brände, die meisten in den eigenen Wohnungen durch Rauchvergiftungen. Rauchmelder können diese Unglücke verhindern. Diese Rauchmelder werden in den Räumen der Wohnungen an der Decke angebracht. In optischen Rauchmeldern spielen Kondensatoren eine wichtige Rolle.



Quelle: Rauchmelder an der Decke eines Zimmers, IQB

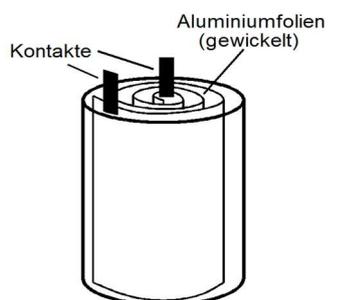
	BE
1 Beschreiben Sie den Einfluss des Aufbaus eines Plattenkondensators auf seine Kapazität.	4
2 Begründen Sie, dass bei den im M 8 beschriebenen Elektrolytkondensatoren größere Kapazitäten als bei luftgefüllten Plattenkondensatoren erreicht werden.	4
3 Leiten Sie die Gleichung $t = -R \cdot C \cdot (\ln 0,3)$ her. Die Größe $t_{30\%}$ ist dabei die Zeitspanne zwischen dem Beginn des Entladevorganges und dem Zeitpunkt, zu dem die Spannung am Kondensator auf 30 % des Anfangswertes gesunken ist. Nutzen Sie dafür M 13.	4
<b>4 Experiment</b> Untersuchen Sie die Proportionalität zwischen dem Widerstand $R$ und der Zeit $t_{30\%}$ beim Entladen eines Kondensators mit Hilfe eines digitalen Messwerterfassungssystems. Bearbeiten Sie dazu die folgenden Aufträge:	
• Begründen Sie, dass die im M 11 beschriebene Schaltung die geforderte Untersuchung ermöglicht. Beschreiben Sie dazu die Vorgänge beim Schließen und Öffnen des Schalters.	4
• Bauen Sie den Versuch auf.	3
• Nehmen Sie für drei verschiedene Widerstände die Entladekurven für die Spannung am Kondensator in Abhängigkeit von der Zeit auf. Ermitteln Sie jeweils die Zeit, in der sich der Kondensator auf 30 % des Anfangswertes der Spannung entladen hat.	3
• Werten Sie die Messwertpaare für $R$ und $t_{30\%}$ aus. Beurteilen Sie die Gültigkeit Ihres Ergebnisses.	4
5 Beurteilen Sie auf der Grundlage von zwei selbstgewählten Kriterien die Vorschläge für die Konstruktion von Rauchmeldern hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile. Geben Sie eine begründete Empfehlung für die Auswahl eines Rauchmelders an (M 9, M 10 und M 12).	4
<i>Sollte Ihnen der Aufbau des Experiments oder das Aufnehmen von Messwerten nicht gelingen, so können Sie bei der Fachlehrkraft Hilfe zum Aufbau bzw. Ersatzmesswerte anfordern. Den nicht erbrachten Leistungen entsprechend werden bis zu 6 Bewertungseinheiten nicht erteilt.</i>	

<sup>5</sup> Adaption der vom IQB vorgegebenen Beispielaufgabe

## Prüfungsinhalt

### Material Pflichtaufgabe 3.1<sup>6</sup>

#### Material 8: Elektrolytkondensatoren



Metallgehäuse mit Elektrolytflüssigkeit

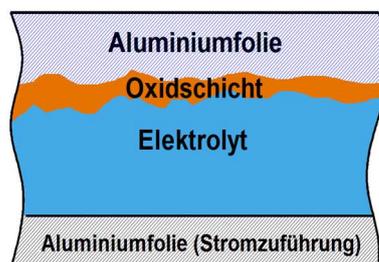


Abb. 9: Aufbau eines Elektrolytkondensators, IQB

Abb. 10: Stark vergrößerter Querschnitt der Folien, IQB

Bei einem Elektrolytkondensator ist die eine Kondensatorplatte eine aufgewickelte Aluminiumfolie, die zweite Platte wird durch eine elektrisch leitende Flüssigkeit (Elektrolyt) realisiert. Die Aluminiumfolie ist mit einer ca.  $0,15 \mu\text{m}$  dicken Oxidschicht überzogen. Diese Oxidschicht ist ein Nichtleiter. Eine weitere Aluminiumfolie ohne Oxidschicht dient als Kontakt für den Elektrolyten. Zwischen den Folien sind Abstandhalter aus Papier. Die Folien befinden sich aufgerollt in einem Gehäuse, welches vollständig mit dem flüssigen Elektrolyten befüllt ist. Der Elektrolyt kann sich der rauen Oberflächenstruktur der Oxidschicht auf der Aluminiumfolie sehr gut anpassen.

#### Material 9: Funktionsprinzip für optische Rauchmelder

In optischen Rauchmeldern wird die Raumluft mit Hilfe einer Leuchtdiode (LED) überprüft. Diese LED befindet sich in der Rauchkammer im Inneren des Rauchmelders. In regelmäßigen zeitlichen Abständen sendet die Leuchtdiode ein Lichtsignal aus. Im Brandfall wird dieses Licht an den Rauchteilchen gestreut und gelangt dadurch in einen Sensor, der ein akustisches Signal auslöst. Die Zeitspanne zwischen dem Aufblinken der LED kann mit Hilfe eines Kondensators gesteuert werden. Die fest eingebaute Batterie hält bis zu 10 Jahre.

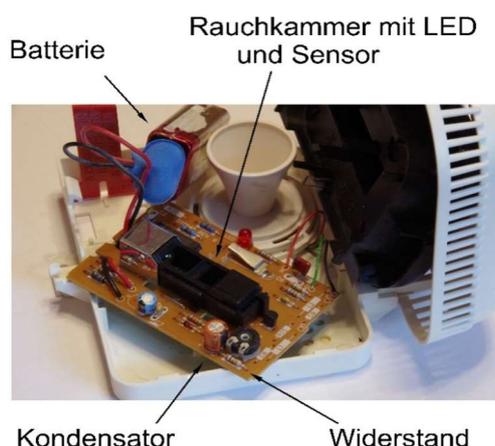


Abb. 11: Aufbau eines optischen Rauchmelders, IQB

<sup>6</sup> Adaption der vom IQB vorgegebenen Materialien zur Beispielaufgabe

## Material 10: Möglicher Aufbau einer Zeitsteuerung

Für eine Zeitsteuerung kann ein Elektrolytkondensator verwendet werden, der sich über einen Widerstand entlädt. Wenn während des Entladens die Spannung am Kondensator auf 30 % gesunken ist, so wird durch eine geeignete Schaltung ein Impuls ausgelöst, der die LED kurzzeitig aufleuchten lässt. Die Zeit für das Entladen auf 30 % hängt von der Kapazität  $C$  des Kondensators und vom elektrischen Widerstand  $R$  ab.

## Material 11: Versuchsaufbau für das Experiment (Aufgabe 4)

Mit dem abgebildeten Versuchsaufbau kann die Spannung an einem Kondensator in Abhängigkeit von der Zeit beim Entladen untersucht werden. Das Spannungsmessgerät in der Abbildung 12 symbolisiert ein digitales Messwerterfassungssystem mit Spannungssensor. Beachten Sie die weiteren von der Fachlehrkraft gegebenen Hinweise zu den Parametern der verwendeten Bauelemente und zum Umgang mit dem Messwerterfassungssystem.

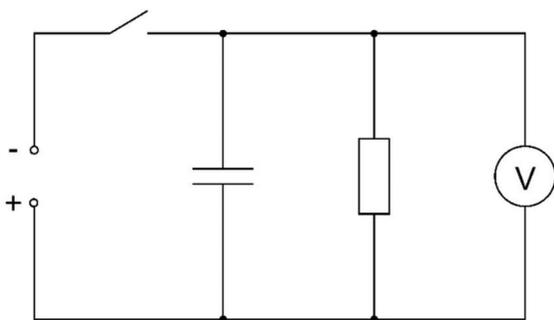


Abb. 12: Schaltplan für das Experiment; IQB

## Material 12: Vorschläge für die Konstruktion von Rauchmeldern

Für die Konstruktion eines einfachen optischen Rauchmelders mit einer LED für die Verwendung in Wohnungen werden verschiedene Vorschläge diskutiert.

A: Die LED leuchtet dauerhaft.

B: Die LED blinkt im zeitlichen Abstand von einer Sekunde auf.

C: Die LED blinkt im zeitlichen Abstand von zwei Minuten auf.

## Material 13: Wichtige Gleichung

Spannung an einem Kondensator während des Entladens über einen Widerstand	$U(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$	$t$ - Zeit $U(t)$ - Spannung zum Zeitpunkt $t$ $U_0$ - Spannung zum Zeitpunkt 0 $R$ - Widerstand $C$ - Kapazität
---	--------------------------------------	--

Quelle IQB

## **Prüfungsinhalt**

### **Wahlaufgabe 3**

Wählen Sie zwischen den Aufgaben 3.1 und 3.2. Bearbeiten Sie nur **eine** dieser.

#### **Aufgabe 3.2**

**Auf eine zweite Wahlaufgabe wurde in diesem Muster verzichtet.**

## 4 Beobachtungsbögen und Ersatzlösungen

Chiffre: .....

Kennzahl: .....

### Beobachtungsbogen Grundkurs Physik

#### Wahlaufgabe 3.1: Zeitsteuerung in einem Rauchmelder

Schwerpunkte	Einschätzung der Fachlehrkraft		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Aufbau des Experiments</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erfolgte unter Anleitung auch unter Verwendung von digitalen Messwert-erfassungssystemen</li> <li>- Schaltung der Messgeräte</li> </ul> </li> </ul>	<b>erfüllt</b>	<b>nicht erfüllt</b>	<b>nicht zu beobachten</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Durchführung des Experiments</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- planmäßig/selbstständig</li> <li>- Protokollieren von Beobachtungen</li> <li>- vollständig</li> </ul> </li> </ul>	<b>erfüllt</b>	<b>nicht erfüllt</b>	<b>nicht zu beobachten</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Erfassung und Dokumentation der Messgrößen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Qualität und Quantität der Messungen</li> </ul> </li> </ul>	<b>erfüllt</b>	<b>nicht erfüllt</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Planungshilfe für Prüfling gegen Abzug von 3 BE angefordert</b></li> </ul>	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Messwerte für Prüfling gegen Abzug von 3 BE angefordert</b></li> </ul>	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	

#### Besondere Hinweise

.....

.....

.....

## **Ersatzergebnisse**

### **Zusatzinformation 1 - nur auf Anforderung**

*Es werden 3 Bewertungseinheiten nicht erteilt, wenn diese Vorgabe benötigt wird.*

Vorgabe des Aufbaus der vollständigen Schaltung mit Spannungssensor sowie Computer oder ein computergestütztes Messwerterfassungssystem mit der entsprechenden Software im Rahmen einer geschlossenen Plattform

## Zusatzinformation 2 - nur auf Anforderung

Es werden 3 Bewertungseinheiten nicht erteilt, wenn diese Werte angefordert werden.

Vorgabe der Messwerte für die Entladekurven bei den Widerständen:  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$ :

Variante 1:

C in $\mu\text{F}$ (Herstellerangabe)	500	500	500
R in $\Omega$ (Herstellerangabe)	47	100	470
Zeit $t_{30\%}$ in s für das Absinken der Spannung auf 30 %	0,030	0,065	0,300

Quelle IQB

oder

Variante 2:

C in $\mu\text{F}$ (Herstellerangabe)	4	4	4
R in $\Omega$ (Herstellerangabe)	510	1000	2000
Zeit $t_{30\%}$ in ms für das Absinken der Spannung auf 30 %	3	5,5	11

Quelle IQB

weitere Möglichkeit der Vorgabe:



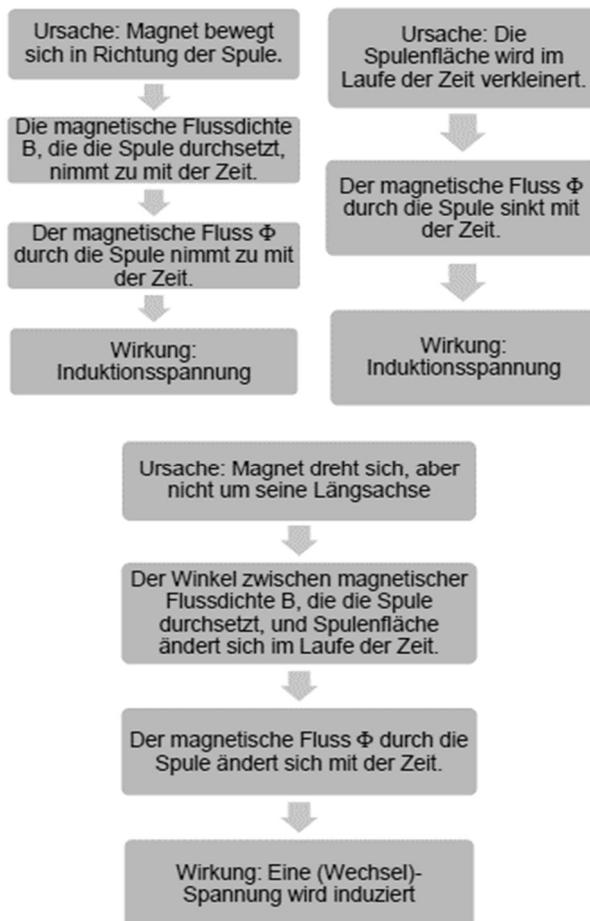
Quelle IQB

## 5 Erwartungshorizonte

### Erwartungshorizont Pflichtaufgabe 1: Ein induktiver Sensor für das intelligente Auto

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	<p><i>Beschreiben Sie zwei Möglichkeiten unter Verwendung einer Spule und eines Permanentmagneten eine Induktionsspannung zu erzeugen.</i></p> <p><i>Erklären Sie zu jeder der beiden von Ihnen gewählten Möglichkeiten das Zustandekommen der Induktionsspannung anhand einer Argumentationskette.</i></p> <p>Die Lernenden...</p> <p>S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien;</p> <p>K 4 formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologisch und kausal korrekt strukturiert;</p> <p>K 8 nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener und zur Entwicklung eigener innerfachlicher Argumentationen.</p> <p>Mögliche Beispieleexperimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Änderung der vom Magnetfeld durchsetzten Spulenfläche, falls die Spule nicht starr ist;</li> <li>- Der Magnet wird in Richtung Spule bewegt oder von ihr weg;</li> <li>- Der Magnet kann auch gedreht werden (außer um seine Längsachse).</li> </ul> <p>Alternativ können auch die Spule bewegt und die entsprechende Relativbewegung beschrieben werden oder Spule und Magnet gleichzeitig bewegt werden.</p> <p><i>Die Beschreibung von zwei richtigen Möglichkeiten ergibt die vollständige BE-Zuweisung.</i></p> <p><i>Die Verwendung einer Möglichkeit, die aus M 1 abgeleitet werden kann, reduziert die BE-Zuweisung nicht.</i></p> <p>Beispiele für die Darstellung in einer visuellen Argumentationskette:</p>	2		



Quelle IQB

Für jede Argumentationskette werden 2 BE vergeben. Für die volle BE-Zuweisung ist auf die Verwendung der Fachsprache zu achten.

Das hier dargestellte Schema für die Argumentationskette ist eine mögliche Variante der Lösung. Die Argumentationskette kann auch verbal dargelegt werden, wobei auch dann für die volle BE-Zuweisung auf die fachsprachliche Richtigkeit zu achten ist.

4

2 Begründen Sie, welche Diagramme aus M 1 keine Spannungsverläufe eines Sensors des Typs I sein können.

Interpretieren Sie die verbleibenden möglichen Spannungsverläufe hinsichtlich des zugehörigen Drehverhaltens des Rades.

Die Lernenden...

E 6 erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen.

Die Diagramme ① und ② sind für den einfachen induktiven Sensor (M 1) unzutreffend, weil sich der Magnet der Spule zu Beginn annähert und sich anschließend wieder von ihr entfernt. Dabei nimmt der magnetische Fluss durch die Spule zunächst zu und anschließend wieder ab, sodass gemäß Induktionsgesetz ein Wechselspannungspuls vorliegen muss.

Das Diagramm ③ könnte zutreffen, da ein Wechselspannungspuls vorliegt.  $U_{\max}$  bleibt vom Betrag her gleich, der Vorzeichenwechsel erfolgt nach

2

<p>gleichen Zeitspannen. Folglich dreht sich das Rad mit gleichbleibender Bahngeschwindigkeit.</p> <p>Das Diagramm ④ wäre ebenfalls denkbar, wenn sich das Rad nicht mit gleichbleibender Bahngeschwindigkeit dreht, denn der Spannungsspeak erfolgt in kürzerer Zeit und hat einen größeren Betrag.</p> <p>Präzisierung zu ④: Konkret bewegt sich der Magnet schneller unter dem Sensor weg als er sich annähert.</p> <p><i>Die BE-Zuweisung erfolgt nur in Kombination von Zuordnung und Erklärung der Zuordnung. Wenn alle Bilder richtig zugeordnet sind, eine Erklärung jedoch fehlt, wird insgesamt nur 1 BE vergeben.</i></p> <p><i>Die Präzisierung der Erklärung zu Diagramm ④ muss für die BE- Vergabe nicht erfolgen.</i></p>	1	1
<p><b>3</b> Begründen Sie, dass die Drehrichtung des Rades des vereinfachten Sensors in M 1 anhand des ausgegebenen Spannungsverlaufs nicht unterschieden werden kann. Beschreiben Sie eine mögliche Lösung für dieses Problem. Erklären Sie die von Ihnen vorgeschlagene Lösung.</p> <p>Die Lernenden...</p> <p>E 2 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.</p> <p>Wenn sich die Drehrichtung des Rades bei sonst gleichbleibenden Parametern ändert, ist der Wechsel zwischen positiven und negativen Messwerten der Induktionsspannung unverändert gleich, weil auch in diesem Falle der magnetische Fluss durch die Spule zuerst zunimmt und dann wieder abnimmt.</p> <p>Beispiele für mögliche Lösungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- einen zweiten Magneten ungleicher Polanordnung in unmittelbarer Nähe des ersten Magneten; die Induktionspulse erfolgen in umgekehrter Reihenfolge zeitlich dicht.</li> <li>- Verwendung eines zweiten Sensors in unmittelbarer Nähe (nicht gegenüber); die Drehrichtung wird dann über den Sensor, der als erster anschlägt, ermittelt.</li> </ul> <p><i>Eine der genannten oder eine gleichwertige Möglichkeit ergibt 1 BE, die Erklärung ergibt ebenfalls 1 BE.</i></p>	2	2
<p><b>4</b> Ermitteln Sie anhand der Frequenz der aufgezeichneten Wechselspannung in M 2 die Momentangeschwindigkeit des Autos. Gehen Sie dazu von einem Reifendurchmesser von 63 cm aus.</p> <p>Die Lernenden...</p> <p>S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.</p> <p>aus dem <math>U_{\text{ind}}(t)</math> – Diagramm: <math>T = 11\text{ms} \rightarrow f = \frac{1}{T} = 91\text{Hz}</math></p>	1	1

Dem Bild des Sensors entnimmt man, dass das Rad über 12 Magnete verfügt. Für die Drehfrequenz des Rades und damit die Drehfrequenz des Autoreifens gilt:

$$f_{\text{Rad}} = \frac{f}{12} = 7,6 \text{ Hz}$$

$$v_{\text{Auto}} = u_{\text{Reifen}} \cdot f = \pi \cdot 0,63 \text{ m} \cdot 7,6 \text{ Hz} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1

2

**5 Ergänzen Sie die Tabelle 1 auf dem Arbeitsblatt 1.**

Begründen Sie dazu auch die von Ihnen eingetragenen Werte unter Verwendung des Induktionsgesetzes.

Die Lernenden...

S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an;

K 4 formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologisch und kausal korrekt strukturiert.

Windungszahl $N$	300	900	300	900
Geschwindigkeit $v$ in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	15	15	30	30
Maximale Sensorspannung $U_{\text{max}}$ in mV	350	1050	700	2100

1

Gemäß Induktionsgesetz  $U_{\text{ind}} = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  ergibt sich bei sonst gleichbleibender zeitlicher Flussänderung bei dreifacher Windungszahl die dreifache maximale Sensorspannung.

1

Bei Verdopplung der Geschwindigkeit halbiert sich bei gleichbleibender Flussänderung die für diese Flussänderung benötigte Zeitspanne. Daher verdoppelt sich die maximale Sensorspannung bei ansonsten gleichbleibender Windungszahl.

2

Bei Verdopplung der Geschwindigkeit und Verdreifachung der Windungszahl ergibt sich eine Versechsfachung der maximalen Sensorspannung.

2

**6 Abgeordnete können auf die Gesetzgebung vor allem durch Anträge einwirken, die dem Parlament vorgelegt werden. Da ein mit Sensoren ausgestattetes Auto mit der Möglichkeit des autonomen Fahrens eine besondere Chance für Senioren bietet, länger aktiv am Straßenverkehr teilzunehmen und ihre Lebensqualität durch den Erhalt von Mobilität und Unabhängigkeit zu steigern, wäre ein Antrag auf die Bereitstellung von Fördermitteln für über 70-Jährige fürs autonome Fahren und die Anschaffung eines entsprechenden Fahrzeugs durchaus denkbar (M 4).**

Werten Sie die Nutzwertanalyse in **Tabelle 2 auf dem Arbeitsblatt 1** aus.

Ordnen Sie die durchgeführte Nutzwertanalyse einer der folgenden Personengruppen zu: Mitglied einer Umweltschutzorganisation, Einwohner Deutschlands über 70 Jahre alt, Vorstandsmitglied eines Automobilkonzerns.

Begründen Sie ihre Auswahl.

		Bereitstellung von Fördermitteln für über 70-Jährige fürs autonome Fahren		Bereitstellung von Fördermitteln für über 70-Jährige für Taxischeine	
Herangezogene Kriterien	gewichtet	Punkte	gewichtet	Punkte	gewichtet
Lebensqualität	0,3	4	1,2		0,6
Unabhängigkeit	0,2	4	0,8		0,4
Persönliche Wirtschaftlichkeit	0,2	1	0,2		0,6
Umweltschutz	0,2	1	0,2		0,4
Verkehrssicherheit	0,1	2	0,2		0,3
Gesamt	1,0		2,6		2,3

1

Die Lernenden...

B 5 reflektieren Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzungen hinsichtlich der Güte des durchgeführten Bewertungsprozesses.

Als Eintragungen werden 5 Punkte für die optimale Erfüllung des Kriteriums festgelegt und 0 Punkte für die schlechteste Erfüllung angesetzt.

Fazit: Somit spricht diese Nutzwertanalyse mit einem Wert von 2,6 für die Bereitstellung von Fördermitteln für über 70-Jährige fürs autonome Fahren. Die BE wird nur bei Vollständigkeit erteilt.

Bei Auswahl einer Personengruppe muss zur vollen BE-Zuweisung schlüssig argumentiert sein, warum genau diese Personengruppe die Nutzwertanalyse vermutlich durchgeführt hat. Die Erläuterungen müssen einen direkten Bezug zu den in der Tabelle eingetragenen Kriterien und Gewichtungen aufweisen.

Eine begründete Zuordnung könnte wie folgt lauten:

Ein Mitglied einer Umweltschutzorganisation würde das Argument „Umweltschutz“ mit Blick auf Entsorgung, Energiebereitstellung und Emission stärker gewichten als mit lediglich 0,2 und die Kriterien Wirtschaftlichkeit und Unabhängigkeit entsprechend geringer gewichten. Ansonsten könnte man davon ausgehen, dass bei z. B. enger Beziehung zu Senioren in der Familie oder im Bekanntenkreis die übrigen Kriterien durchaus ähnlich gewichtet würden, weil der Perspektivwechsel einfach fällt.

1

2

<p><i>1 BE Abzug wird erteilt, wenn die zu schwache Gewichtung des Umweltschutzes nicht erkannt wurde. In diesem Falle ist die Vergabe von 1 BE noch möglich, wenn das Mitglied der Umweltschutzorganisation als Verfasser der Nutzwertanalyse in Betracht gezogen wird und folgerichtig argumentiert wird.</i></p> <p>Das Vorstandsmitglied eines Automobilkonzerns hat vermutlich das eigene Image und die Außenwirkung im Blick, z. B. das Kriterium „Umweltschutz“ muss ihm also auch wichtig sein. Da er ein Verkaufsinteresse hat, beachtet er auch die Interessen der über 70-Jährigen Personen.</p> <p>Bei Hinzufügen weiterer Kriterien wie „Stärkung der Automobilindustrie“ oder „Schaffung und Erhaltung von Arbeitsplätzen“ würde die Gewichtung in erheblichem Maße verändert werden müssen, weil diese Argumente von großer Relevanz für das Vorstandsmitglied sind und fehlen. Für das Vorstandsmitglied passt die Nutzwertanalyse folglich nur bedingt, weil sie unvollständig ist.</p> <p><i>1 BE Abzug wird erteilt, wenn hier das Fehlen von zentralen Kriterien nicht erkannt wird. In diesem Falle ist die Vergabe von 1 BE noch möglich, wenn das Vorstandsmitglied als Verfasser der Nutzwertanalyse in Betracht gezogen wird und folgerichtig argumentiert wird.</i></p> <p>Für einen Einwohner Deutschlands, der über 70 Jahre alt ist, passen die in der Nutzwertanalyse gewählten Kriterien und die zugehörigen Gewichtungen gut, auch wenn die ein oder andere Seniorengruppe unter Umständen leicht abweichende Gewichtungen vorgenommen hätte (z. B. Land vs. Stadtbevölkerung).</p>			2
<b>Summe</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>5</b>
<b>Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent</b>	<b>33,3</b>	<b>50</b>	<b>16,7</b>

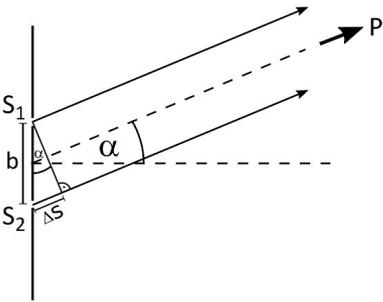
### Standardbezug<sup>7</sup>

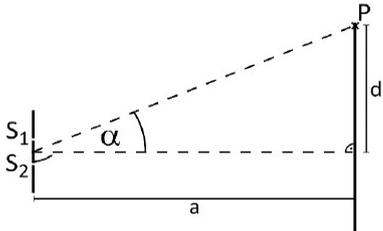
Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
<b>1</b>	1		4,8	
<b>2</b>		6		
<b>3</b>		2		
<b>4</b>	7			
<b>5</b>	7		4	
<b>6</b>				5

<sup>7</sup> Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß *Bildungsstandards* zu nennen, die zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind.

## Erwartungshorizont Pflichtaufgabe 2: Interferenz von Molekülen

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	<p>Untersuchen Sie, ob die in M 5 beschriebenen Farbstoffmoleküle bei einer Geschwindigkeit von <math>158 \frac{\text{m}}{\text{s}}</math> eine de-Broglie-Wellenlänge von <math>1,95 \cdot 10^{-12} \text{m}</math> besitzen.</p> <p>Die Lernenden ...</p> <p>S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.</p> $p = m \cdot v = 3,14 \cdot 10^{-22} \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $\lambda = \frac{h}{p} = 1,95 \cdot 10^{-12} \text{m}$		2	
2	<p>Erläutern Sie anhand aussagekräftiger Skizzen Ihr Vorgehen zur Berechnung des Abstandes eines Maximums zweiter Ordnung zum Maximum nullter Ordnung. Gehen Sie auf verwendete Näherungen ein.</p> <p>Die Lernenden ...</p> <p>S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an;</p> <p>K 4 formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologisch und kausal korrekt strukturiert.</p> <p><i>Die strukturierte Darstellung, insbesondere die Qualität der Skizzen und die Erläuterungen zu den Näherungen und den Voraussetzungen für diese, ist für die Bewertung maßgeblich.</i></p> <p><i>Bei der Verteilung der Bewertungseinheiten ist zu berücksichtigen, welche Inhalte unmittelbar aus der verwendeten Formelsammlung entnommen werden können.</i></p> <p>Für Interferenzmaximum 2. Ordnung gilt: <math>\Delta s = b \cdot \sin \alpha_2 = 2\lambda</math>.</p> 	2		

<p>Näherung: parallele Geraden, näherungsweise erfüllt für <math>a \gg b</math> (Schirm- abstand wesentlich größer als Spaltabstand)</p> <p>Lage des Maximums 2. Ordnung auf dem Schirm: <math>\tan \alpha_2 = \frac{d_2}{a}</math></p>  <p>Kleinwinkelnäherung: <math>\sin \alpha_2 = \tan \alpha_2</math>, näherungsweise erfüllt für <math>d \ll a</math></p> <p>Damit gilt: <math>\frac{2\lambda}{b} = \frac{d_2}{a}</math>.</p>	2		
<p><b>3</b> Berechnen Sie unter Verwendung von M 5 den Abstand eines Maximums zweiter Ordnung vom Maximum nullter Ordnung auf dem Schirm.</p> <p>Begründen Sie qualitativ den Einfluss der Wellenlänge auf den Abstand <math>\Delta d</math> zweier benachbarter Interferenzmaxima auf dem Beobachtungsschirm.</p> <p>Die Lernenden ...</p> <p>S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an;</p> <p>K 4 formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologisch und kausal korrekt strukturiert.</p> <p>Ablesen der Werte aus den Daten zum Experiment</p> <p>Unter Nutzung der Kleinwinkelnäherung <math>\sin \alpha_2 = \tan \alpha_2</math>, gilt:</p> $d_2 = \frac{2\lambda \cdot a}{b} = \frac{2 \cdot 1,95 \cdot 10^{-12} \text{ m} \cdot 0,564 \text{ m}}{100 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 2,20 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ <p><math>d_2 = 22,0 \text{ } \mu\text{m}</math>.</p> <p>allgemein unter Berücksichtigung der Näherung: <math>d_k = \frac{k \cdot \lambda \cdot a}{b} \rightarrow \Delta d = \frac{\lambda \cdot a}{b}</math></p> <p>Berücksichtigung der Wellenlängenabhängigkeit für k konstant: Der Abstand <math>\Delta d</math> nimmt linear mit der Wellenlänge zu.</p>	1	3	3
<p><b>4</b> Die Moleküle bewegen sich unmittelbar vor dem Gitter auf den Ursprung eines x-y-Koordinatensystems zu, das auf dem Schirm festgelegt ist (M 5). Begründen Sie, dass die Auftreffpunkte auf den Linien 1 und 2 (M 5, Abbildung 6) zu Molekülen mit unterschiedlichen Anfangsgeschwindigkeiten <math>v_1</math> und <math>v_2</math> gehören.</p>			

	<p><i>Erklären Sie damit die Nichtparallelität der beiden Interferenzstreifen, die zu den Maxima 1. Ordnung gehören.</i></p> <p>Die Lernenden ...</p> <p>E 6 erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen.</p> <p><i>Entscheidend für eine gelungene Argumentation ist die Synthese der beiden ersten Teile der Antwort (Aussagen über die Bewegung in y-Richtung bzw. die Verteilung der Auftrefforte in x-Richtung) zur im dritten Absatz folgenden Erklärung des beobachteten Phänomens.</i></p> <p>Moleküle mit geringerer Geschwindigkeit befinden sich länger in der Versuchsanordnung und werden somit stärker durch ihre Gewichtskraft abgelenkt. Darum treffen sie weiter unten auf dem Schirm auf.</p> <p>Je kleiner die Geschwindigkeit der Moleküle ist, desto größer ist ihre de-Broglie-Wellenlänge und somit auch der Abstand <math>\Delta d</math> zwischen zwei Interferenzmaxima auf dem Schirm.</p> <p>Für Moleküle geringerer Geschwindigkeit befindet sich das Maximum einer bestimmten Ordnung also sowohl weiter unten auf dem Schirm als auch weiter vom Maximum nullter Ordnung entfernt. Das erklärt den nichtparallelen Verlauf der Interferenzstreifen.</p>		2	
5	<p><i>Erläutern Sie unter Bezugnahme auf die Aussagen in M 6, wie Beobachtungen beim Doppelspaltexperiment mit Elektronen dazu führen, dass das Elektron als Quantenobjekt betrachtet werden muss.</i></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.</p> <p><i>Zur Bearbeitung dieser Teilaufgabe gehört notwendigerweise, dass sowohl auf die Aussagen der Textquelle als auch auf das Doppelspaltexperiment mit Elektronen Bezug genommen wird. Die Aussagen der Textquelle müssen mit Beobachtungen in Verbindung gebracht werden. Auch die angemessene Verwendung der Fachsprache ist für die Bewertung relevant.</i></p> <p>Ein Elektron verhält sich in einem Interferenzversuch in mancher Hinsicht wie ein Teilchen. Beispielsweise werden auf dem Schirm stets einzelne Elektronen nachgewiesen. Andererseits zeigt es in diesen Versuchen Welleneigenschaften; konkret die Fähigkeit zur Interferenz.</p> <p>Das Elektron verhält sich in diesen Experimenten also weder wie ein klassisches Teilchen noch wie eine klassische Welle, sondern zeigt sich als etwas völlig Neues, ein Quantenobjekt.</p>		3	
	<p><i>Erklären Sie das in M 6 (Abbildung 7) gezeigte Schirmbild bei einem Doppelspaltexperiment mit Elektronen anhand der Eigenschaften von Quantenobjekten.</i></p> <p>Die Lernenden ...</p>			

	<p>E 6 erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen.</p> <p>Das Verhalten eines einzelnen Quantenobjekts, hier eines Elektrons, am Doppelspalt ist nicht determiniert. Es trifft an einem zufälligen Ort auf dem Schirm hinter dem Doppelspalt auf. Die Wahrscheinlichkeitsverteilung dieser Auftrefforte resultiert aus dem Interferenzmuster der zugehörigen Materiewelle. Diese Wahrscheinlichkeitsverteilung zeigt sich als Häufigkeitsverteilung der Auftrefforte bei der Durchführung des Doppelspaltexperimentes mit einer großen Zahl von Elektronen.</p>	3		
6	<p><i>Das Doppelspaltexperiment wird mit Elektronen dahingehend erweitert, dass mittels einer Messvorrichtung untersucht wird, welchen der beiden Spalte ein Elektron jeweils passiert.</i></p> <p><i>Erläutern Sie, wie sich diese Messung auf das zu beobachtende Schirmbild auswirkt.</i></p> <p>Die Lernenden ...</p> <p>S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien.</p> <p>Durch die Messvorrichtung wird eine Information über den Weg gewonnen, den ein Elektron durchlaufen hat. Aufgrund der Komplementarität geht dadurch die Fähigkeit zur Interferenz zwischen den beiden Spalten verloren. Anstelle eines Doppelspalt-Interferenzmusters ergibt sich nun eine Überlagerung der Schirmbilder bei jeweils nur einem geöffneten Spalt.</p>		3	
7	<p><i>Beurteilen Sie unter Verwendung von M 7 die Gültigkeit der Quantentheorie für makroskopische Objekte.</i></p> <p>Die Lernenden ...</p> <p>S 2 erläutern Gültigkeitsbereiche von Modellen und Theorien und beschreiben deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten;</p> <p>E 9 reflektieren die Relevanz von Modellen, Theorien, Hypothesen und Experimenten für die physikalische Erkenntnisgewinnung;</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>Eine Bezugnahme auf in der Abbildung dargestellte Informationen muss erkennbar sein.</i></p> <p>Der Gültigkeitsbereich einer Theorie bezeichnet den Bereich von Parametern, z. B. Größenordnungen wie hier die Ausdehnung oder die Masse der untersuchten Teilchen, in welchem die Theorie als gültig angesehen wird, in dem sie beispielsweise durch Experimente bestätigt werden kann. In Material 7 ist dargestellt, mit welchen Molekülen im Laufe der Zeit erfolgreich Interferenzexperimente durchgeführt werden konnten. Die Durchführung von Interferenzexperimenten mit immer größeren Molekülen verdeutlichte, dass auch diese Teilchen das stochastische Verhalten zeigen, das von der Quantentheorie vorhergesagt wird. Damit trugen diese Experimente dazu bei, den Gültigkeitsbereich der Quantentheorie zu erweitern.</p>	1		2

<b>Summe</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>4</b>
<b>Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent</b>	<b>30</b>	<b>56,7</b>	<b>13,3</b>

**Standardbezug<sup>8</sup>**

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	7			
2	7		4	
3	7		4	
4		6		
5		6	3	
6	1			
7	2	9	3	

<sup>8</sup> Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß *Bildungsstandards* zu nennen, die zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind.

## Erwartungshorizont Wahlaufgabe 3.1: Zeitsteuerung in einem Rauchmelder

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

		BE/AFB		
		I	II	III
<b>1</b>	<p><i>Beschreiben Sie den Einfluss des Aufbaus eines Plattenkondensators auf seine Kapazität.</i></p> <p>Die Lernenden ...</p> <p>S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien.</p> <p>Beschreibung des Einflusses der Fläche der Platten und des Abstands der Platten eines Plattenkondensators auf seine Kapazität z.B.:                      Wird die Fläche der Platten vergrößert, vergrößert sich ebenfalls die Kapazität des Plattenkondensators. Dieser Zusammenhang ist proportional.                      Wird der Abstand der Platten verkleinert, vergrößert sich die Kapazität des Plattenkondensators. Hier besteht ein indirekt proportionaler Zusammenhang.</p> <p><i>Ein Bezug zum Dielektrikum ist möglich, wird jedoch nicht erwartet.</i></p>	2  2		
<b>2</b>	<p><i>Begründen Sie, dass bei den im M 8 beschriebenen Elektrolytkondensatoren größere Kapazitäten als bei luftgefüllten Plattenkondensatoren erreicht werden.</i></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.</p> <p>Begründung der größeren Kapazität in angemessener Fachsprache z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- der Verwendung eines Dielektrikums</li> <li>- der vergrößerten Oberfläche durch die raue Oberflächenstruktur</li> <li>- der Kompaktheit eines Elektrolytkondensators aufgrund der Wicklung.</li> </ul>		4	
<b>3</b>	<p><i>Leiten Sie die Gleichung <math>t = -R \cdot C \cdot (\ln 0,3)</math> her. Die Größe <math>t_{30\%}</math> ist dabei die Zeitspanne zwischen dem Beginn des Entladevorganges und dem Zeitpunkt, zu dem die Spannung am Kondensator auf 30 % des Anfangswertes gesunken ist. Nutzen Sie dafür M 13.</i></p> <p>Die Lernenden ...</p> <p>S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.</p> <p>Herleitung der Gleichung für die Zeit <math>t_{30\%}</math> :</p> <p>Ansatz: <math>U(t_{30\%}) = U_0</math></p> $U(t_{30\%}) = U_0 \cdot e^{-\frac{t_{30\%}}{R \cdot C}}$ <p>Mit <math>U(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}</math> ergibt sich: <math>0,3 = e^{-\frac{t_{30\%}}{R \cdot C}}</math></p>			

$\ln 0,3 = -\frac{t_{30\%}}{R \cdot C}$ $t_{30\%} = -R \cdot C \cdot \ln 0,3$		4	
<p><b>4 Experiment</b></p> <p><i>Untersuchen Sie die Proportionalität zwischen dem Widerstand R und der Zeit <math>t_{30\%}</math> beim Entladen eines Kondensators mit Hilfe eines digitalen Messwerterfassungssystems.</i></p> <p><i>Bearbeiten Sie dazu die folgenden Aufträge:</i></p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Begründen Sie, dass die im M 11 beschriebene Schaltung die geforderte Untersuchung ermöglicht. Beschreiben Sie dazu die Vorgänge beim Schließen und Öffnen des Schalters.</i></li> </ul> <p>Die Lernenden ...</p> <p>S 5 erklären bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus;</p> <p>K 4 formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologisch und kausal korrekt strukturiert.</p> <p>Beschreibung der Funktionen der einzelnen Bauteile und Begründung für die geforderte Untersuchung:</p> <p>Beim Schließen des Schalters wird der Kondensator zunächst mit der vom Netzgerät anliegenden Spannung aufgeladen.</p> <p>Wird nun der Schalter geöffnet, entlädt sich der Kondensator über den Widerstand. Am zum Widerstand parallel geschalteten Voltmeter (bzw. digitalen Messwerterfassungssystem) kann nun die Spannung untersucht (bzw. aufgenommen) werden.</p>		2	2
<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Bauen Sie den Versuch auf.</i></li> </ul> <p>Die Lernenden ...</p> <p>S 4 bauen Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre Beobachtungen.</p> <p>Die Prüflinge bauen die Versuchsanordnung vergleichbar zur Abb. 12 auf.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Nehmen Sie für drei verschiedene Widerstände die Entladekurve für die Spannung am Kondensator in Abhängigkeit von der Zeit auf.</i></li> </ul> <p>Die Lernenden ...</p> <p>E 5 planen geeignete Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Ermitteln Sie jeweils die Zeit, in der sich der Kondensator auf 30 % des Anfangswertes der Spannung entladen hat.</i></li> </ul> <p>Die Lernenden ...</p> <p>S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.</p>		3	

Die Prüflinge nehmen die Entladekurven für die drei Widerstände  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  nacheinander auf und ermitteln daraus die drei Zeiten.

1

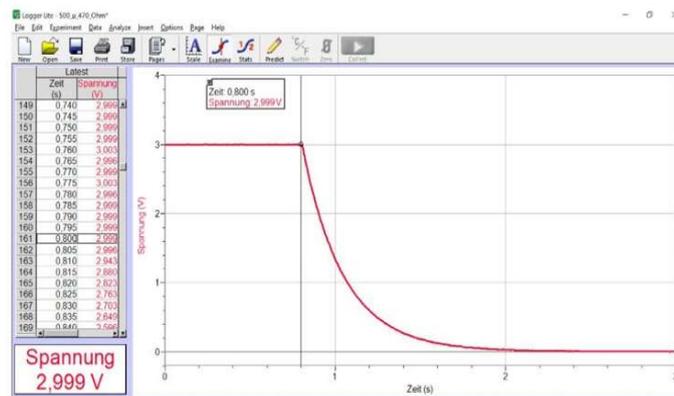
2

**Es werden zwei Varianten für die Messwerterfassung vorgeschlagen.**

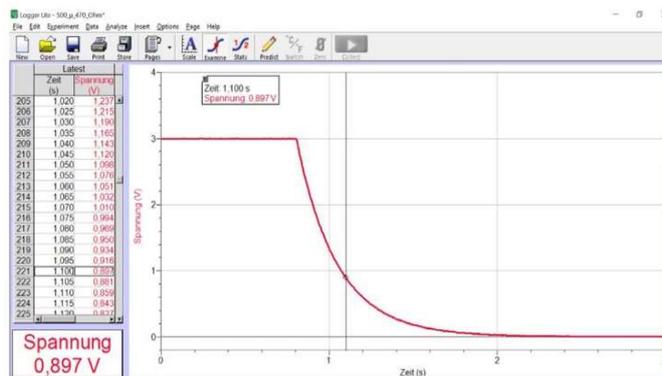
Messbeispiel - Variante 1, Messwerte IQB

$R$ in $\Omega$ (Herstellerangabe)	47	100	470
Zeit $t_{30\%}$ in s für das Absinken der Spannung auf 30 %	0,030	0,065	0,300

aus:



Bestimmung der Zeit  $t_{30\%}$  am Beispiel des 470  $\Omega$ - Widerstandes: für  $U(t_{30\%}) = 0,3 \cdot 3,0V = 0,9V$  ergibt sich  $t_{30\%} = 0,3s$ , IQB



Messbeispiel - Variante 2, Messwerte IQB

$R$ in $\Omega$ (Herstellerangabe)	510	1000	2000
Zeit $t_{30\%}$ in s für das Absinken der Spannung auf 30 %	3,0	5,5	11,0

aus:



Screenshot für die Variante 2, IQB

Sollte der Aufbau des Experiments nicht gelingen, werden bis zu 3 BE nicht erteilt. Sollte die Ermittlung der Messwerte im Experiment nicht gelingen, werden bis zu 3 BE nicht erteilt.

Durch die prüfende Fachlehrkraft müssen den Schülerinnen und Schülern zu Beginn der Prüfung Informationen über die zu verwendenden Geräte und über den Umgang mit dem Messwerverfassungssystem bereitgestellt werden.

Zur Illustration möglicher Experimentieranordnungen wurden zwei Varianten vorgestellt.

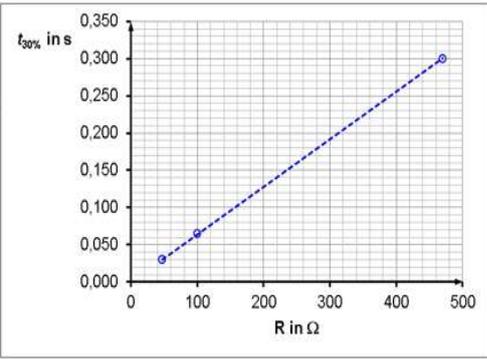
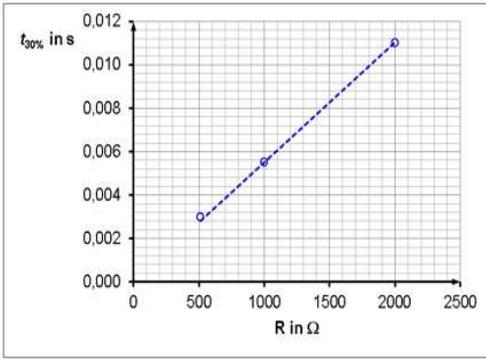
Die in den beiden Messbeispielen angegebenen Parameter der Bauelemente und Geräte sowie die Einstellungen am Messwerverfassungssystem (z. B. Messrate, Messbereich, Möglichkeit der Triggerung) hängen von der Ausstattung der jeweiligen Schule ab und müssen gegebenenfalls angepasst werden.

- Werten Sie die Messwertpaare für  $R$  und  $t_{30\%}$  aus.  
Beurteilen Sie die Gültigkeit Ihres Ergebnisses.

Die Lernenden...

S 6 erklären bekannte Auswerteverfahren und wenden sie auf Messergebnisse an;

E 7 berücksichtigen Messunsicherheiten und analysieren die Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses.

<p>Die Prüflinge erkennen an den Messwertepaaren für <math>R</math> und <math>t_{30\%}</math> annähernd einen proportionalen Zusammenhang zwischen dem Widerstand <math>R</math> und der Zeit <math>t_{30\%}</math>.</p> <p>Die Bearbeitung dieser Teilaufgabe fokussiert auf die Anwendung des Auswerteverfahrens.</p> <p>Screenshot zu:</p> <p>Variante 1:</p>  <p>Variante 2:</p> 	4		
<p><b>5</b> Beurteilen Sie auf der Grundlage von zwei selbstgewählten Kriterien die Vorschläge für die Konstruktion von Rauchmeldern hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile.</p> <p>Geben Sie eine begründete Empfehlung für die Auswahl eines Rauchmelders (M 9, M 10 und M 12).</p> <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>Auswahl z. B. die Kriterien Energiebedarf und Sicherheit zur Beurteilung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A: hohe Sicherheit, jedoch auch hoher Energiebedarf</li> <li>- B: weiterhin hohe Sicherheit, geringerer Energiebedarf</li> <li>- C: geringe Sicherheit, da, Rauch erst nach zwei Minuten erkannt wird, geringer Energiebedarf</li> </ul> <p>Hinsichtlich des Einsatzes in einer Wohnung sollte Variante B verwendet werden, da es wichtig ist eine Rauchentwicklung (z. B. durch einen Brand) frühzeitig zu erkennen und der Energiebedarf geringer als bei Variante A ist. Somit kann eine längere Lebensdauer der Batterie sichergestellt werden.</p> <p>Die Bearbeitung der Aufgabe fokussiert hierbei nicht auf einen umfassenden Bewertungsprozess, sondern nur auf eine alltagsrelevante Entscheidung unter Abwägung von zwei ausgewählten Kriterien, z. B. Sicherheit und Energiebedarf.</p>	2	2	
<p><b>Summe</b></p>	8	18	4
<p><b>Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent</b></p>	26,7	60	13,3

## Standardbezug<sup>9</sup>

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

## 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 folgendes Bewertungsraster<sup>10</sup> vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

Notenpunkte	mindestens zu erreichender Anteil an den insgesamt zu erreichenden Bewertungseinheiten in %	mindestens zu erreichende Anzahl an Bewertungseinheiten bei 90 BE
15	95 %	86
14	90 %	81
13	85 %	77
12	80 %	72
11	75 %	68
10	70 %	63
9	65 %	59
8	60 %	54
7	55 %	50
6	50 %	45
5	45 %	41
4	40 %	36
3	33 %	30
2	27 %	25
1	20 %	18
0	0 %	0

<sup>9</sup> Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß *Bildungsstandards* zu nennen, die zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind.

<sup>10</sup> Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.