Gemeinsame Abituraufgabenpools der Länder

Beispielaufgaben

Aufgabe für das Fach Physik

Kurzbeschreibung

Aufgabentitel	**Ein induktiver Sensor für das intelligente Auto**
Anforderungsniveau	erhöht
Inhaltsbereiche	♦ Elektrische und magnetische Felder ♦ veränderliche elektromagnetische Felder
Materialien	♦ M 1 Materie im Feld eines Stabmagneten/Feldlinienbilder ♦ M 2 Der induktive Sensor ♦ M 3 Magnetischer Fluss im induktiven Sensor ♦ M 4 Nutzwertanalyse
Quellenangaben	♦ Abb. 1.1 und Abb. 1.2: Alamy Stock Foto (2010): Magnet mit Eisenspänen zeigt Linien der konvergierenden Magnetfeld an den Polen. Verfügbar unter: https://www.alamy.de/stockfoto-magnet-mit-eisenspanen-zeigt-linien-der-konvergierenden-magnetfeld-an-den-polen-31014438.html (Zugriff am: 23.06.2021) ♦ Abb. 1.3: Joachim Herz Stiftung (2021): Abbildung Magnetfeldlinien. Verfügbar unter: https://www.leifiphysik.de/sites/default/files/medien/verschiedpol_magnetfeld_ver.gif (Zugriff am: 04.12.2020) ♦ Teile der Aufgabe sind angelehnt an den Nachschreibtermin des Zentralabiturs Physik des Landes Berlin 2019. ♦ Alle weiteren Materialien und Abbildungen wurden im Auftrag des IQB erstellt.
Hilfsmittel	♦ Wissenschaftlicher Taschenrechner ♦ Geodreieck

zusätzliche inhaltliche und methodische Voraussetzungen	♦ Wissen, dass über die zeitliche Änderung des magnetischen Flusses in einer Spule eine Spannung induziert wird. ♦ Die Kenntnis des Induktionsgesetzes in differenzieller Form wird vorausgesetzt. Kenntnisse zur Sensortechnik werden nicht vorausgesetzt. ♦ Im Kompetenzbereich Bewerten wird eine Nutzwertanalyse eingesetzt, diese Methode wird als bekannt vorausgesetzt. Damit nimmt die Prüfungsaufgabe in komplexer Weise Bezug auf die entsprechenden Lernaufgaben und demonstriert, wie dieses zuvor erlernte methodische Instrument bei Prüfungsaufgaben eingesetzt werden kann.
fachpraktischer Anteil	ja ☐ nein ☒ Zeitzuschlag: -
Hinweise	*Weitere didaktische Hinweise und Erläuterungen zu den Sensoren sowie zur parallel entwickelten Aufgabe auf grundlegendem Anforderungsniveau finden sich im „Begleittext zu den beiden Prüfungsaufgaben Ein induktiver Sensor für das intelligente Auto“.*

1 Aufgabe

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 den Fahrer so bei der kontrollierten 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
1	Ordnen Sie den beiden Visualisierungen des Magnetfeldes ① und ② aus M 1 begründet alle möglichen Körper zu.	3
2	Erklären Sie das Zustandekommen der Induktionsspannung bei dem induktiven Sensor aus M 2 mithilfe einer Argumentationskette. Stellen Sie diese dazu in einem Blockschema wie in der Abbildung angedeutet dar. … Wirkung: Induktionsspannung	3
3	Begründen Sie, welche Diagramme aus M 2 keine Spannungsverläufe des induktiven Sensors darstellen können. Interpretieren Sie die verbliebenen möglichen Spannungsverläufe hinsichtlich des Drehverhaltens des zugehörigen Sensor-Zahnrades.	5
4	Begründen Sie, dass die Drehrichtung des Zahnrades des Sensors in M 2 anhand des ausgegebenen Spannungsverlaufs nicht unterschieden werden kann. Beschreiben Sie eine mögliche Lösung für dieses Problem und erklären Sie die von Ihnen vorgeschlagene Lösung.	4
5	Leiten Sie ausgehend von Gleichung (1) in M 3 mit Hilfe des Induktionsgesetzes die folgende Formel für die maximale Induktionsspannung her: $$U_{\max} = \Phi_{\max} \cdot N \cdot \frac{2\pi}{t_{Zahn}}$$	3
	Berechnen Sie den Wert für den zugehörigen induktiven Sensor.	1
	Die maximale Induktionsspannung des eingesetzten Sensors kann sowohl rechnerisch als auch grafisch bestimmt werden. Ermitteln Sie nun graphisch ausgehend vom $\Phi(t)$-Diagramm in M 3 mit Hilfe des Induktionsgesetzes die maximale Induktionsspannung. Beschreiben Sie dabei ihr Vorgehen.	3
	Begründen Sie im Anschluss, für welches dieser beiden Verfahren zur Bestimmung der maximalen Induktionsspannung Sie sich entscheiden würden, wenn Sie nur eines durchführen müssten.	1

6 Ein Auto fährt mit einer Geschwindigkeit v. Das Zahnrad des induktiven Sensors (M 2 und 3) ist mit einem Autoreifen fest verbunden. 8

Interpretieren Sie die Abhängigkeiten der maximalen Induktionsspannung in der Formel $U_{\mathrm{max}} = \Phi_{\mathrm{max}} \cdot N \cdot \frac{2\pi}{t_{\mathrm{Zahn}}}$ im Sachzusammenhang.

Ermitteln Sie für den fest mit dem Autoreifen verbundenen Sensor (M 2 und 3) die Geschwindigkeit des Autos, wenn durch den Sensor eine maximale Induktionsspannung von $50\ \mathrm{mV}$ registriert wird. Gehen Sie dabei von einem Reifendurchmesser von $60\ \mathrm{cm}$ aus.

7 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. 9

Ergänzen Sie die dazu durchgeführte Nutzwertanalyse (M 4) um einen weiteren relevanten Kriterienbereich aus Sicht eines Mitglieds einer Umweltschutzorganisation und vervollständigen Sie die neue Nutzwertanalyse. Begründen Sie Ihr Vorgehen.

Werten Sie die beiden Nutzwertanalysen aus. Erläutern Sie ausgehend von den Ergebnissen der beiden Nutzwertanalysen zwei Faktoren, die eine Nutzwertanalyse beeinflussen.

2 Material

Material 1

Materie im Feld eines Stabmagneten/Feldlinienbilder

Eisen, Cobalt und Nickel sind ferromagnetische Stoffe. Bringt man ferromagnetische Körper in ein Magnetfeld, so wird der ferromagnetische Körper magnetisiert. Der Körper wird quasi selbst zum Magneten und besitzt so insbesondere auch magnetische Pole. Ein Stück Holz ist beispielsweise nicht ferromagnetisch und somit auch nicht magnetisierbar.

Feldvisualisierungen:

Das Magnetfeld eines Stabmagneten kann mithilfe von Eisenfeilspänen veranschaulicht werden. Bei Aufnahme des linken Bildes der rechts abgebildeten Bilderfolge war lediglich ein Stabmagnet an der eingezeichneten Position oben im Bild vorhanden. In den anderen Bildern ① und ② wurde jeweils einer der folgenden zur Auswahl stehenden Gegenstände an der eingezeichneten Stelle positioniert:

Eisenstück, Holzklotz, weiterer Stabmagnet

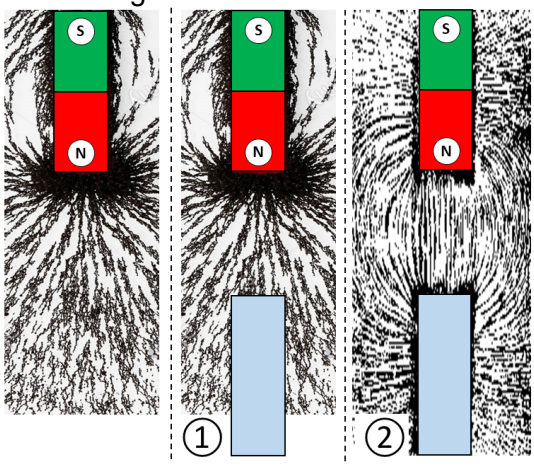


Abb. 1.1 - 1.2: Feldlinienbilder, Alamy,2010.
Abb. 1.3: Feldlinienbild mit Magnet, Joachim Herz Stiftung, 2021.

Material 2

Der induktive Sensor

Der in der Aufgabe betrachtete induktive Senor besteht aus einer Spule mit einem Eisenkern. Ein Stabmagnet sorgt dafür, dass die Spule von einem Magnetfeld durchsetzt wird. Dicht an der Spule gleitet ein Zahnrad mit Zähnen aus Eisen vorbei. Dreht sich das Zahnrad gleichförmig, so tritt durch das periodische Vorbeigleiten der Zähne eine induzierte Wechselspannung an den Enden der Spule auf.

Gehen Sie in der Aufgabe davon aus, dass

- das Innere des Zahnrades keinen Einfluss auf das Magnetfeld hat.
- die Anzahl der Zähne des Zahnrades der Anzahl der in der Abbildung dargestellten Zähne entspricht.
- die Sensorspule 300 Windungen aufweist.

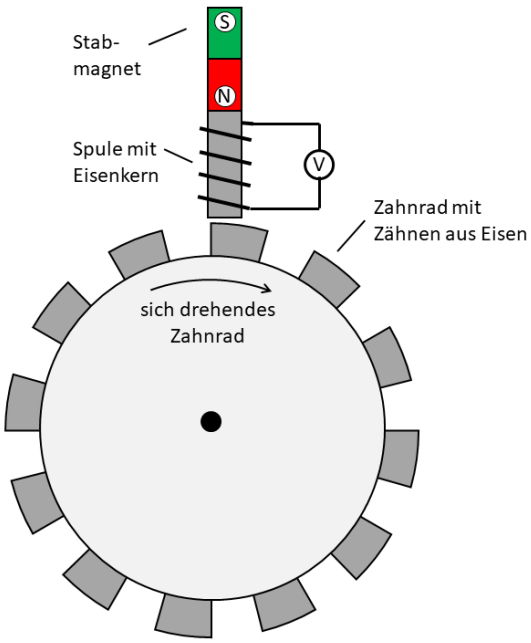


Abb. 2: Induktiver Sensor, IQB

Auswahl an Spannungsverläufen beim Drehen des Rades. Die gewählten Zeiteinheiten sind in allen vier Abbildungen gleich.

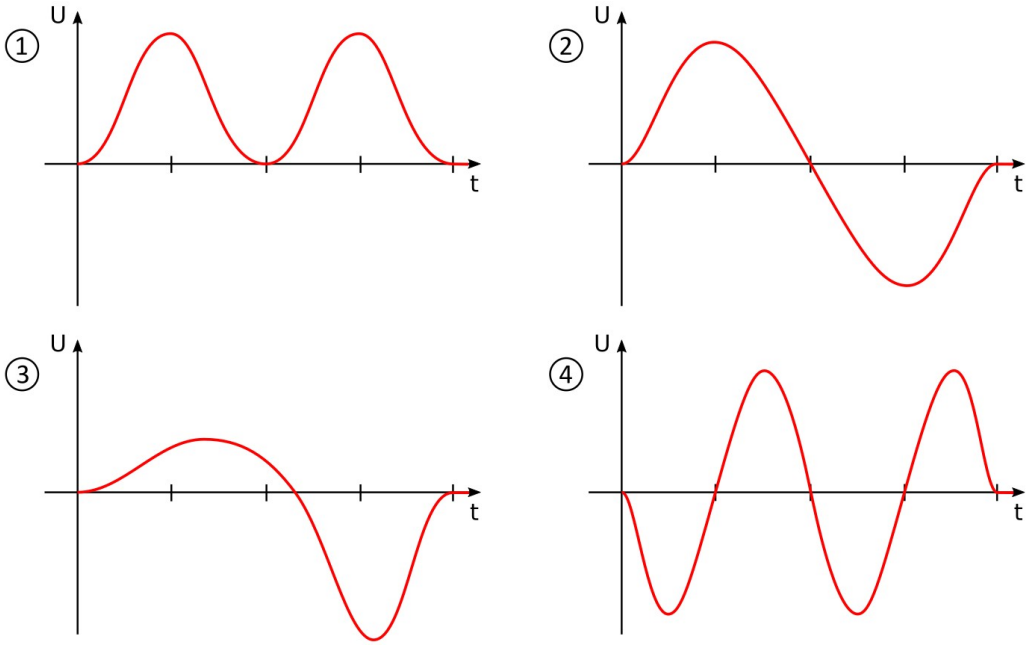


Abb. 3.1 – 3.4: Auswahl an Spannungsverläufen beim Drehen des Rades, IQB

Material 3

Magnetischer Fluss im induktiven Sensor

Induktive Sensoren (M 2) werden etwa an den Achsen eines Autos montiert. Bei einem gleichförmig fahrenden Auto dreht sich der Autoreifen mit einer gleichbleibenden Winkelgeschwindigkeit. Folglich dreht sich auch das Zahnrad des Sensors mit dieser Winkelgeschwindigkeit. Aufgrund der gleichförmigen Drehung des Zahnrades vergeht daher immer die gleiche Zeitspanne t_{Zahn}, bis sich der nächste Zahn vor dem Sensor befindet.

Der damit verbundene zeitliche Verlauf des magnetischen Flusses durch die Sensorspule kann mit einer Kosinusfunktion modelliert werden. Im Folgenden wird nur der periodische Anteil des magnetischen Flusses durch die Spule betrachtet, der die Induktion im Sensor verursacht. Dann gilt für den Fluss $\Phi(t)$:

$$\Phi(t) = \Phi_{\text{max}} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{t_{\text{Zahn}}} \cdot t\right) \qquad (1)$$

Zeitlicher Verlauf des magnetischen Flusses für den betrachteten Sensor mit 300 Windungen:

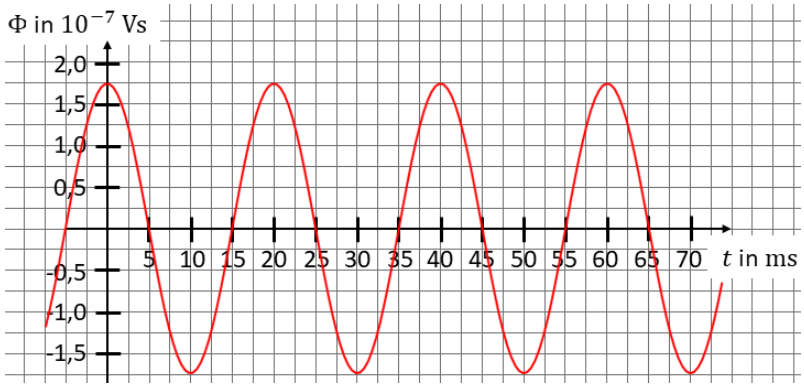


Abb. 4: zeitlicher Verlauf des magnetischen Flusses bei 300 Windungen, IQB

Material 4

Nutzwertanalyse

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

Tab. 1: Verkürzte Nutzwertanalyse

		Bereitstellung von Fördermitteln für über 70jährige fürs autonome Fahren		Bereitstellung von Fördermitteln für über 70jährige für Taxischeine	
Herangezogene Kriterien	**Gewicht**	**Punkte**	**gewichtet**	**Punkte**	**gewichtet**
Lebensqualität	0,3	4		2	
Unabhängigkeit	0,3	4		2	
Umweltschutz	0,4	1		2	
Gesamt					

Quelle: IQB.

Tab. 2: vorbereitetes Raster für die erweiterte Nutzwertanalyse

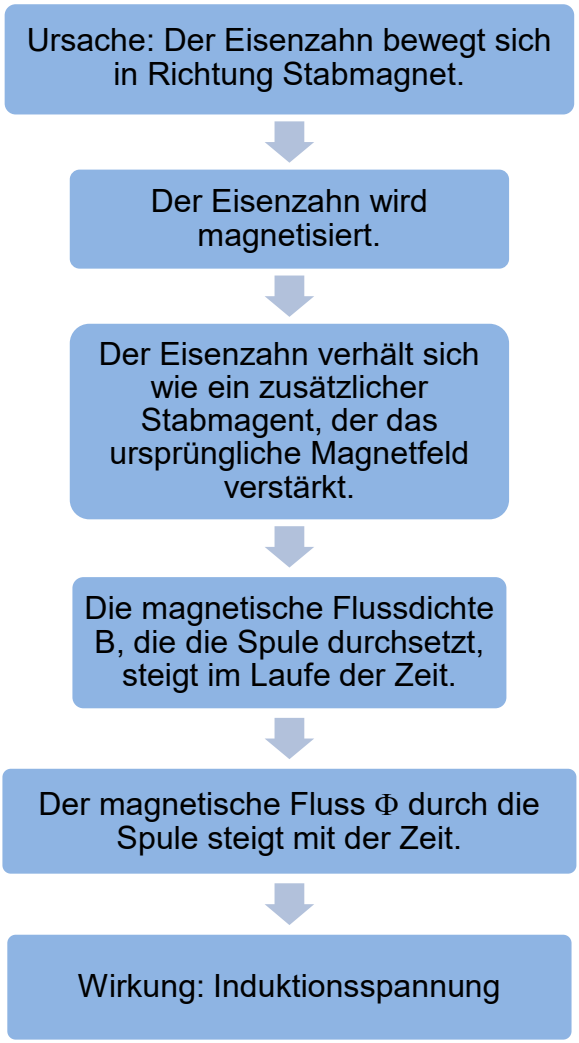
		Bereitstellung von Fördermitteln für über 70jährige fürs autonome Fahren		Bereitstellung von Fördermitteln für über 70jährige für Taxischeine	
Herangezogene Kriterien	**Gewicht**	**Punkte**	**gewichtet**	**Punkte**	**gewichtet**
Lebensqualität		4		2	
Unabhängigkeit		4		2	
Umweltschutz		1		2	
Gesamt					

Quelle: IQB.

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	*Ordnen Sie den beiden Visualisierungen des Magnetfeldes ① und ② aus M 1 begründet alle möglichen Körper zu.* Die Lernenden … S 1 erklären Phänomene unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien. Die Feldvisualisierung ① ist identisch mit dem Vergleichsbild des Stabmagneten auf der Position 1. Daher kommt nur der nicht ferromagnetische Holzklotz für die gegenüberliegende Position in Frage. Die Visualisierung ② kann man nicht eindeutig zuordnen, da sich das ferromagnetische Eisenstück entsprechend einem Stabmagneten mit Südpol nach oben verhalten würde. Beide Lösungen sind somit möglich und müssen auch beide angeben werden.	1 2		
2	*Erklären Sie das Zustandekommen der Induktionsspannung bei dem induktiven Sensor aus M 2 mithilfe einer Argumentationskette. Stellen Sie diese dazu in einem Blockschema wie in der Abbildung angedeutet dar.* Die Lernenden … K 4 formulieren unter Verwendung der Fachsprache chronologisch und kausal korrekt strukturiert; K 8 nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener und zur Entwicklung eigener innerfachlicher Argumentationen. Die Argumentationskette führt wie anhand der Aufgabenstellung zu erkennen nicht zur Wechselspannung. Sie könnte für das Reindrehen oder Rausdrehen eines Eisenzahns des Zahnrads in das Magnetfeld des Sensors erstellt werden.			

	Mögliche Lösung:  Bei der BE-Zuweisung ist auf die Verwendung der Fachbegriffe zu achten.	3		
3	*Begründen Sie, welche Diagramme aus M 2 keine Spannungsverläufe des induktiven Sensors darstellen können.* *Interpretieren Sie die verbliebenen möglichen Spannungsverläufe hinsichtlich des Drehverhaltens des zugehörigen Sensor-Zahnrades.* Die Lernenden … E 6 erklären mithilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen. Diagramm ① passt nicht zum vorgegebenen einfachen induktiven Sensor, weil kein Wechselspannungspuls vorliegt. Der Magnet nähert sich der Spule zu Beginn an und entfernt sich anschließend wieder von ihr. Dabei nimmt der magnetische Fluss durch die Spule zunächst zu und anschließend wieder ab. Somit muss ein Wechselspannungspuls vorliegen.		2	

	Interpretation der Diagramme ②, ③ und ④: Bei Diagramm ④ liegt eine Wechselspannung mit halber Periodendauer im Vergleich zu den Diagrammen ② und ③ vor. Das Zahnrad dreht sich bei ④ daher doppelt so schnell als bei ②. Bei Diagramm ③ liegt im Gegensatz zu den Diagrammen ② und ④ eine Wechselspannung mit asymmetrischem Verlauf vor. Daher dreht sich das Zahnrad hier nicht mit **gleichbleibender Geschwindigkeit**. Konkret bewegt sich der Magnet schneller unter dem Sensor weg als er sich annähert. Der zweite Spannungspeak erfolgt in kürzerer Zeit und hat einen größeren Betrag. *Anmerkung: Bei Diagramm ④ erfolgt der erste Spannungspeak nach unten und der zweite nach oben, also umgekehrt wie bei den Diagrammen ② und ③. Dieser Kurvenverlauf hat aber nichts mit dem Drehverhalten des Zahnrades zu tun.*		1	2
4	*Begründen Sie, dass die Drehrichtung des Zahnrades des Sensors in M 2 anhand des ausgegebenen Spannungsverlaufs nicht unterschieden werden kann.* *Beschreiben Sie eine mögliche Lösung für dieses Problem und erklären Sie die von Ihnen vorgeschlagene Lösung.* Die Lernenden … E 2 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf. Wenn sich die Drehrichtung des Rades ändert, bleibt der Wechsel zwischen positiven und negativen Messwerten der Induktionsspannung unverändert, weil auch hier zuerst der magnetische Fluss durch die Spule steigt und dann wieder sinkt. Mögliche Lösung: ♦ Schwächung und Stärkung der maximal möglichen magnetischen Flussdichte durch z. B. Bestückung eines Zahns mit einem zusätzlichen Magneten und gleichzeitigem Durchbohren oder Kürzen eines Zahns, der jedoch nicht genau gegenüberliegen darf. ♦ Verwendung eines zweiten Sensors in unmittelbarer Nähe (insbesondere nicht gegenüber) und Veränderung der maximal möglichen magnetischen Flussdichte bei nur einem Zahn. Die Drehrichtung wird dann über den Sensor, der als erster anschlägt, ermittelt.		2	2
5	*Leiten Sie ausgehend von Gleichung (1) in M 3 mit Hilfe des Induktionsgesetzes die folgende Formel für die maximale Induktionsspannung her:* $$U_{max} = \Phi_{max} \cdot N \cdot \frac{2\pi}{t_{Zahn}}$$ *Berechnen Sie den Wert für den zugehörigen induktiven Sensor.* *Die maximale Induktionsspannung des eingesetzten Sensors kann sowohl rechnerisch als auch grafisch bestimmt werden. Ermitteln Sie nun*			

graphisch ausgehend vom $\Phi(t)$-Diagramm in M 3 mit Hilfe des Induktionsgesetzes die maximale Induktionsspannung. Beschreiben Sie dabei ihr Vorgehen.
Begründen Sie im Anschluss, für welches dieser beiden Verfahren zur Bestimmung der maximalen Induktionsspannung Sie sich entscheiden würden, wenn Sie nur eines durchführen müssten.

Die Lernenden …

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

S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an;

E 3 beurteilen die Eignung von Untersuchungsverfahren zur Prüfung bestimmter Hypothesen.

<u>rechnerisch:</u>

Ansatz: Induktionsgesetz

$$U_{\text{ind}}(t) = -N \cdot \dot{\Phi}(t)$$

Magnetischer Fluss nach Gleichung (1)

$$\Phi(t) = \Phi_{\text{max}} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{t_{\text{Zahn}}} \cdot t\right)$$

Also:

$$U_{\text{ind}}(t) = N \cdot \Phi_{\text{max}} \cdot \frac{2\pi}{t_{\text{Zahn}}} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{t_{\text{Zahn}}} \cdot t\right)$$

2

Die induzierte Spannung wird hier folglich durch eine Sinusfunktion beschrieben. Die maximale Induktionsspannung U_{max} ergibt sich als Amplitude der Sinusfunktion:

$$U_{\text{max}} = \Phi_{\text{max}} \cdot N \cdot \frac{2\pi}{t_{\text{Zahn}}}$$

1

Maximalwert der Induktionsspannung hier:

$$U_{\text{max}} = \Phi_{\text{max}} \cdot N \cdot \frac{2\pi}{t_{\text{Zahn}}} = 1{,}75 \cdot 10^{-7}\ \text{Vs} \cdot 300 \cdot \frac{2\pi}{20\ \text{ms}}$$

$$U_{max} \approx 16{,}5\ \text{mV}$$

1

	<u>graphisch:</u> Die maximale Induktionsspannung liegt gemäß Induktionsgesetz zu dem Zeitpunkt vor, zu dem der magnetische Fluss die größte Steigung aufweist, z. B. bei $t = 5\ \text{ms}$. Der Betrag der Tangentensteigung beträgt dort: $$\dot{\Phi} \approx 5{,}5 \cdot 10^{-5}\ \text{V}$$ Laut Induktionsgesetz beträgt dort der Spannungsbetrag: $$U_{\text{ind}} = -300 \cdot 5{,}5 \cdot 10^{-5}\ \text{V} = -16{,}5\ \text{mV}$$ Beide Verfahren liefern dieselbe maximale Induktionsspannung, obwohl ein graphisches Verfahren in der Regel Zeichenungenauigkeiten beinhaltet. Das Rechenverfahren ist aufwendiger, aber exakter und ist zu bevorzugen, wenn man in der Lage ist es durchzuführen und Zeit keine Rolle spielt.		2 1 1	
6	*Ein Auto fährt mit einer Geschwindigkeit v. Das Zahnrad des induktiven Sensors (M 2 und 3) ist mit einem Autoreifen fest verbunden.* *Interpretieren Sie die Abhängigkeiten der maximalen Induktionsspannung in der Formel $U_{max} = \Phi_{max} \cdot N \cdot \frac{2\pi}{t_{Zahn}}$ im Sachzusammenhang.* *Ermitteln Sie für den fest mit dem Autoreifen verbundenen Sensor (M 2 und 3) die Geschwindigkeit des Autos, wenn durch den Sensor eine maximale Induktionsspannung von $50\ mV$ registriert wird. Gehen Sie dabei von einem Reifendurchmesser von $60\ cm$ aus.* Die Lernenden … E 6 erklären mit Hilfe bekannter Modelle und Theorien die in erhobenen oder recherchierten Daten gefundenen Strukturen und Beziehungen; S 7 wenden bekannte mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an. Φ_{max} und N hängen nur vom Sensor ab und sind somit unabhängig von der Geschwindigkeit v des Autos. Daher: Je größer die Geschwindigkeit des Autoreifens/Zahnrades ist, desto kleiner ist t_{Zahn} und desto größer ist die maximale Spannung, die der Sensor anzeigt. Der Zusammenhang zwischen v und U_{max} ist sogar proportional. Der maximale magnetische Fluss durch die Spule ist unabhängig von der Drehgeschwindigkeit. Daher kann Φ_{max} aus dem Diagramm in M 3 entnommen werden. Ferner hat die Spule 300 Windungen (M 2). Somit gilt: $$U_{\text{max}} = \Phi_{\text{max}} \cdot N \cdot \frac{2\pi}{t_{\text{Zahn}}}$$		2	1

	$$\Rightarrow \quad t_{\text{Zahn}} = \frac{\Phi_{\max} \cdot N \cdot 2 \cdot \pi}{U_{\max}}$$ $$t_{\text{Zahn}} = \frac{1{,}75 \cdot 10^{-7}\ \text{Vs} \cdot 300 \cdot 2 \cdot \pi}{50 \cdot 10^{-3}\ \text{V}} \approx 6{,}60 \cdot 10^{-3}\ \text{s}$$ Dem Bild des Sensors in M 2 entnimmt man, dass das Rad über 12 Eisenzähne verfügt. Somit gilt für die Umlaufzeit T des Zahnrades/Autoreifens: $$T = 12 \cdot t_{\text{Zahn}} = 12 \cdot 6{,}60 \cdot 10^{-3}\ \text{s} = 0{,}0792\ \text{s}$$ Mit dem angegebenen Reifendurchmesser gilt dann für v: $$v = \frac{U_{\text{Reifen}}}{T} = \frac{\pi \cdot 0{,}60\ \text{m}}{0{,}0792\ \text{s}} = 23{,}8\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$		2 1 1 1	
7	*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.* *Ergänzen Sie die dazu durchgeführte Nutzwertanalyse (M 4) um einen weiteren relevanten Kriterienbereich aus Sicht eines Mitglieds einer Umweltschutzorganisation und vervollständigen Sie die neue Nutzwertanalyse. Begründen Sie Ihr Vorgehen.* *Werten Sie die beiden Nutzwertanalysen aus. Erläutern Sie ausgehend von den Ergebnissen der beiden Nutzwertanalysen zwei Faktoren, die eine Nutzwertanalyse beeinflussen.* Die Lernenden … B 4 bilden sich reflektiert und rational in außerfachlichen Kontexten ein eigenes Urteil; B 5 reflektieren Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzungen hinsichtlich der Güte des durchgeführten Bewertungsprozesses.			

Beispielsweise könnte man eines der Kriterien „persönliche Wirtschaftlichkeit“ oder „Unfallzahlen pro Jahr“ hinzufügen mit entsprechender Begründung der Relevanz für ein Mitglied einer Umweltschutzorganisation. 1

Beispielsweise ergäbe sich unter Anpassung der Gewichtung:

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

1

Die Begründung für die Punktezuweisung für das zusätzliche Kriterium könnte so aussehen:
Für das autonome Fahren fallen Kosten für Neuanschaffung/Unterhalt und Reparatur an. Diese Kosten sind nicht unbedingt abzuschätzen, es ist nicht davon auszugehen, dass sie in Gänze getragen werden; deshalb wird nur ein Punkt zugewiesen. Da Taxischeine nicht in jedem Fall für den Bedarf ausreichen werden (sie sind sicher nicht unbegrenzt abrufbar), sind auch hier Zusatzkosten zu erwarten. Insbesondere ist der gefahrene Kilometer teurer, fürs selbe Geld kann man also weniger Kilometer in Anspruch nehmen. Wenn die Scheine aufgebraucht sind und kein Geld mehr zur Verfügung steht, dann entstehen aber keine laufenden Kosten mehr. 2

Die Wahl der Gewichtung soll ebenfalls begründet werden, wobei davon auszugehen ist, dass der Umweltschutz weiterhin die höchste Gewichtung haben wird. 1

			Bereitstellung von Fördermitteln für über 70jährige fürs autonome Fahren		Bereitstellung von Fördermitteln für über 70jährige für Taxischeine			
	Herangezogene Kriterien	**Gewicht**	**Punkte**	**gewichtet**	**Punkte**	**gewichtet**		
	Lebensqualität	0,3	4	1,2	2	0,6	1	
	Unabhängigkeit	0,3	4	1,2	2	0,6		
	Umweltschutz	0,4	1	0,4	2	0,6		
	Gesamt	1,0		2,8		1,8		
	Die erste Nutzwertanalyse bevorzugt keine der beiden Alternativen, denn die Gesamtpunktzahl ist in beiden Fälle 2,2. Die zweite Nutzwertanalyse unterstützt die Bereitstellung von Fördermitteln für über 70jährige fürs autonome Fahren.						1	
	Der Vergleich der beiden Nutzwertanalysen zeigt, dass zusätzliche Kriterien den Ausgang der Auswertung durchaus verändern können und somit auch die darauf basierende Entscheidung. Insbesondere muss jeweils die Gewichtung angepasst werden, die von der **persönlichen Interessenlage der Person** abhängt, die die Nutzwertanalyse durchführt. Außerdem hängt die Wertezuweisung auch von der **Relevanz des ergänzten Kriteriums** ab. Es ist ratsam **genügend viele wichtige Kriterien** anzuführen.						2	
	Im letzten Abschnitt genügen zwei der drei Faktoren zur vollständigen Erteilung der 2BE.							
	Summe						**26**	**5**
	Anteile der Bewertungseinheiten in Prozent						**65**	**12,5**

4 Standardbezug

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	1			
2			4, 8	
3		6		
4		2		
5	6, 7	3		
6	7	6		
7				4, 5

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 Bewertungsraster[1] 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.