



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für Bildung

SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2026

PHYSIK (GRUNDLEGENDES ANFORDERUNGSNIVEAU)

Prüfungsaufgaben

Arbeitszeit einschließlich Auswahlzeit:

255 Minuten

Es sind drei Aufgaben zu bearbeiten.

Kreuzen Sie die drei Aufgaben an, die bewertet werden sollen.

Bestätigen Sie Ihre Auswahl mit Ihrer Unterschrift.

Aufgabe 1: Feuchtigkeitsmessung von Getreide (*Aufgabe mit fachpraktischem Anteil*) ☐

Aufgabe 2: Elektrobus – Induktives Laden in der E-Mobilität ☐

Aufgabe 3: Zuckergehalt von Weintrauben ☐

Aufgabe 4: Licht und Pflanzenwachstum ☐

Name, Vorname: _____

Unterschrift des Prüflings: _____

Aufgabe 1: Feuchtigkeitsmessung von Getreide

In dieser Aufgabe wird ein vereinfachtes Messprinzip zur Bestimmung der Feuchtigkeit von Getreide (Kornfeuchte) thematisiert. Dabei wird ein Plattenkondensator eingesetzt.

	BE
1 Fachpraktischer Teil	
Damit ein Kondensator zur Kornfeuchtemessung benutzt werden kann, muss seine Kapazität, zum Beispiel über einen Entladevorgang, bestimmt werden. Dieses Verfahren soll in einem Schülerexperiment nachvollzogen werden.	
a Bauen Sie das Experiment unter Beachtung der Hinweise im Material 1 auf und führen Sie es durch.	8
<i>Hinweis: Falls keine Ergebnisse aus der experimentellen Untersuchung gewonnen werden konnten, können Ersatzmesswerte bei der Fachlehrkraft angefordert werden. Entsprechend den nicht erbrachten Leistungen werden bis zu 8 Bewertungseinheiten nicht gegeben.</i>	
b Berechnen Sie unter Verwendung des Mittelwertes $\overline{t_E}$ der drei Entladezeiten die Kapazität des Kondensators (M 1).	3
c Nennen Sie zwei Einflussgrößen, die zu Unsicherheiten bei der Kapazitätsbestimmung führen können. Erläutern Sie deren Auswirkungen auf die berechnete Kapazität.	4
2 In einem Messgerät zur Bestimmung der Kornfeuchte wird das Messprinzip aus dem Experiment in Aufgabe 1 angewandt. Der Begriff Kornfeuchte wird im Material 2 näher erklärt.	
a Erläutern Sie unter Einbeziehung des Materials 3, dass durch die Messung der Entladezeit t_E des Kondensators indirekt die Kornfeuchte des Getreides im Bereich zwischen 8 % und 40 % ermittelt werden kann.	2
b Es wurde eine Entladezeit $t_E = 604 \mu\text{s}$ gemessen. Ermitteln Sie das Kornfeuchteintervall, das sich unter Berücksichtigung der Messunsicherheit der Kapazitätsermittlung (M 3) ergibt.	8
3 Ein Landwirt besitzt einen großen Getreidespeicher. Der Speicher soll mit frischem Getreide gefüllt werden, das möglicherweise getrocknet werden muss. Beim Befüllen des Kunststoffgefäßes des kapazitiven Kornfeuchtemessgerätes weicht der Landwirt von der Bedienungsanleitung (M 3) ab, wodurch es zu einer unvollständigen Getreidefüllung im Zwischenraum des Plattenkondensators kommt.	
a Erklären Sie unter Verwendung des Materials 3, dass eine unvollständige Getreidefüllung im Zwischenraum des Plattenkondensators die Kapazität verkleinert. Formulieren Sie dazu unter Verwendung der Fachsprache kausal korrekt strukturiert eine Schrittfolge von Argumenten.	3
b Leiten Sie unter Verwendung der Materialien 2 und 3 für diesen Fall einen Nachteil ab, der sich für den Landwirt ergeben könnte.	2

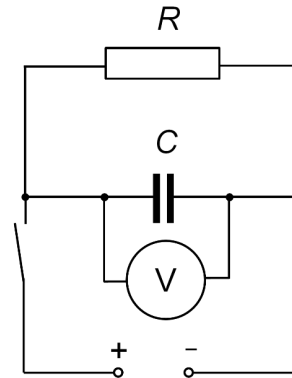
Material zur Aufgabe 1: Feuchtigkeitsmessung von Getreide

Aufgabe 1, M 1:

Hinweise zum Experiment in Aufgabe 1

◇ Folgende Geräte und Bauteile stehen zur Verfügung:

- Kondensator unbekannter Kapazität C
- Widerstand R
- Gleichspannungsquelle
- Spannungsmessgerät
- Ein-/Ausschalter
- Stoppuhr
- Kabel in ausreichender Anzahl



Hinweis: R und die Einstellung an der Spannungsquelle werden von der Fachlehrkraft vorgegeben.

Abb. 1: Schaltplan zur Bestimmung der Kapazität eines Kondensators.
Quelle: Eigene Darstellung

- ◇ Bauen Sie das Experiment unter Verwendung des Schaltplans gemäß der Abbildung 1 auf. Achten Sie dabei auf die korrekte Polung des Kondensators.
- ◇ Stellen Sie die Betriebsspannung U_B an der Spannungsquelle ein und laden Sie den Kondensator ca. 10 s auf.
- ◇ Erfassen Sie die Spannung U_0 am Kondensator und berechnen Sie $\frac{1}{3}U_0$.
- ◇ Messen Sie diejenige Entladezeit t_E , in der sich die Spannung am Kondensator von U_0 auf $\frac{1}{3}U_0$ verringert hat.
- ◇ Führen Sie die Messung insgesamt dreimal durch.
- ◇ Protokollieren Sie alle Messwerte und sonstige Größenangaben, die zur Bestimmung der Kapazität des Kondensators erforderlich sind.

Hinweis: Für die Kapazität des Kondensators gilt: $C = \frac{t_E}{R \cdot \ln(3)}$

Aufgabe 1, M 2: Kornfeuchte

Als Kornfeuchte F wird der prozentuale Anteil des Wassers bezeichnet, der sich in einem Getreidekorn befindet.

Bevor Getreide für längere Zeit gelagert wird, muss es ausreichend getrocknet sein, sodass die Kornfeuchte weniger als 14,5 % beträgt.

Bei nicht ausreichender Trocknung des Getreides können durch Schimmelbildung und Fäulnisprozesse schädliche Substanzen für Mensch und Tier entstehen. Die Trocknung kann hohe Energiekosten erzeugen.

Quelle: in Anlehnung an: Stoll, M. (2017, 30. Juni). *Wie funktioniert die kapazitive Feuchtemessung?*
<https://www.acoweb.de/wie-funktioniert-eine-kapazitive-feuchtemessung>
(Zugriff am: 09.09.2025)

Aufgabe 1, M 3: Anordnung zur kapazitiven Messung der Kornfeuchte

Die Kornfeuchte F soll mithilfe einer Kondensator-entladung ermittelt werden.

Dazu wird ein dünnwandiges Kunststoffgefäß vollständig mit Getreide ausgefüllt. An zwei gegenüberliegenden Flächen sind außerhalb zwei Metallplatten P_1 und P_2 befestigt, wie in Abbildung 2 gezeigt. Dieses System bildet einen Plattenkondensator.

Plattenfläche: $A = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

Plattenabstand: $d = 10 \text{ mm}$

Der Plattenkondensator wird auf eine Spannung U_0 aufgeladen und dann über einen Widerstand $R = 10 \text{ M}\Omega$ entladen. Die Entladezeit t_E vom Beginn des Entladevorgangs bis zum Zeitpunkt, in dem am Plattenkondensator die Spannung $\frac{1}{3}U_0$ anliegt, ist ein Maß für die Kornfeuchte.

Bedienungsanleitung für die Befüllung der Messanordnung

Das Einfüllen der Getreidekörner in das dünnwandige Kunststoffgefäß zwischen den Platten des Plattenkondensators in Abbildung 2 muss stets in gleicher Weise erfolgen. Durch leichtes Klopfen des befüllten Gefäßes auf einer Unterlage verteilen sich die Körner gleichmäßiger und rutschen nach. Größere Lufteinschlüsse können so vermieden werden. Schließlich wird der durch das Nachfüllen von Getreidekörnern entstandene Berg am oberen Gefäßrand sauber abgestreift.

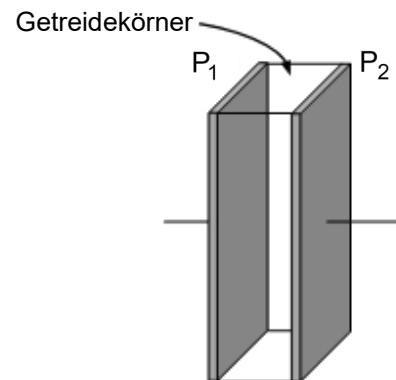


Abb. 2:
Kondensator zur Messung der Kornfeuchte mit quaderförmigem Kunststoffgefäß (schematisch).

Quelle: Eigene Darstellung

Fortsetzung auf Seite 5

Zusammenhang zwischen Kornfeuchte und Kapazität

Der Zusammenhang zwischen der Kornfeuchte und der Kapazität des Plattenkondensators ist in Abbildung 3 vereinfacht dargestellt.

Bei einer ordnungsgemäßen Befüllung mit extrem trockenem Getreide beträgt die Dielektrizitätszahl $\epsilon_r = 2,3$. Das Getreide besitzt in diesem Fall eine Kornfeuchte von 8 %.

Mit extrem feuchtem Getreide ergibt sich eine Dielektrizitätszahl $\epsilon_r = 10$ und die Kornfeuchte beträgt 40 %.

Der Einfluss des Kunststoffes als Dielektrikum wird vernachlässigt.

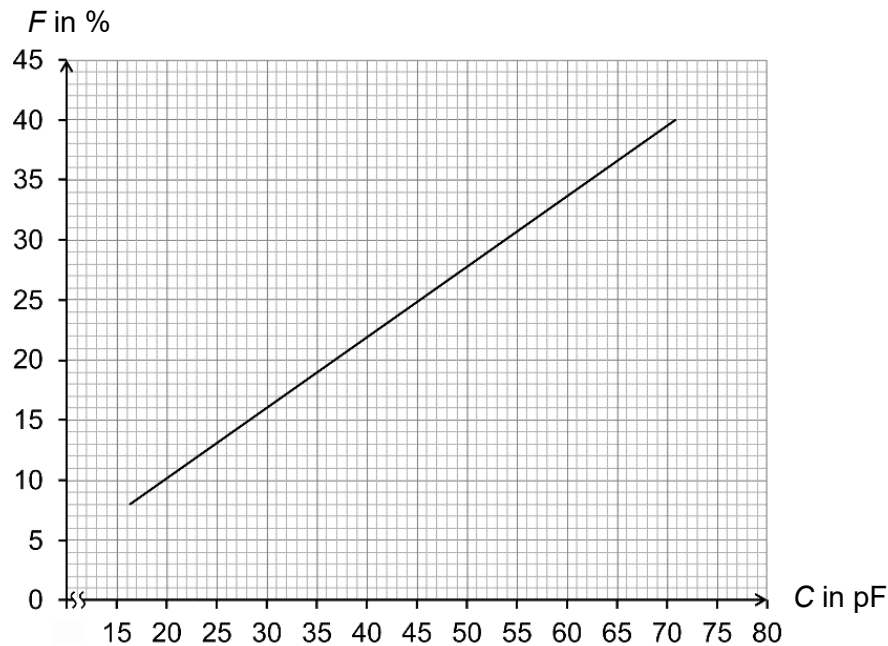


Abb. 3:

Zusammenhang $F(C)$ für den Plattenkondensator der Anordnung in Abbildung 2.

Messunsicherheit

Die relative Messunsicherheit für die Ermittlung der Kapazität beträgt 5 %. Dies bedeutet, dass die wahren Werte für die Kapazität um 5 % von den ermittelten Werten nach oben oder unten abweichen können.

Quelle: Texte und Abbildung 3 in Anlehnung an: Stoll, M. (2017, 30. Juni). *Wie funktioniert die kapazitive Feuchtemessung?* <https://www.acoweb.de/wie-funktioniert-eine-kapazitive-feuchtemessung> (Zugriff am: 09.09.2025)

Aufgabe 2: Elektrobus – Induktives Laden in der E-Mobilität

Die Elektromobilität schreitet voran. Im Jahre 2024 fuhren bereits über 2000 Elektrobusse auf deutschen Straßen. In einigen Städten werden die an Haltestellen stehenden Elektrobusse induktiv geladen.

	BE
1 Die Technik des induktiven Ladens von stehenden Elektrobussen an Ladestationen ist in Material 1 beschrieben.	
a Erklären Sie das Zustandekommen der Induktionsspannung in der Sekundärspule.	4
b Der Bereich innerhalb der Primärspule soll mit Eisenplatten ausgefüllt werden. Erklären Sie, dass damit eine höhere Induktionsspannung in der Sekundärspule am Bus erreicht werden kann.	3
c Begründen Sie anhand physikalischer Zusammenhänge mit Material 2, dass der dort geschilderte Verbesserungsvorschlag korrekt ist.	4
2 a Berechnen Sie mit den Daten aus Material 3 den maximalen Wert der magnetischen Flussdichte B_{Mitte} der Primärspule mittig im Abstand von 14 cm über der Primärspule. [Kontrollwert: $B_{\text{Mitte}} = 0,57 \text{ mT}$]	3
b Ermitteln Sie unter Berücksichtigung von Abbildung 3 (M 3) den maximalen Wert der induzierten Spannung an der Sekundärspule. Nehmen Sie an, dass die maximale magnetische Flussdichte in der Sekundärspule B_{max} der magnetischen Flussdichte B_{Mitte} aus Teilaufgabe 2a entspricht.	5
c Stellen Sie passend zu Abbildung 3 den zeitlichen Verlauf der induzierten Spannung, welche an der Sekundärspule gemessen werden würde, im Zeitintervall $0 \leq t \leq T$ quantitativ in einem Diagramm dar. <i>Hinweis: Wenn Sie kein Ergebnis bei Teilaufgabe 2b erhalten haben, nutzen Sie ersatzweise $U_{\text{ind}} = 500 \text{ V}$ als maximalen Wert der induzierten Spannung.</i>	3
3 a Begründen Sie mithilfe einer Rechnung anhand der Daten aus Tabelle 2 (M 4), dass der Ladepunkt an der Endhaltestelle ausreicht, um den Bus den gesamten Tag fahren zu lassen.	3
b Diskutieren Sie unter Berücksichtigung von Material 4, ob die Maßnahme, eine weitere Ladestelle an einer Zwischenhaltestelle zu bauen, sinnvoll ist. Berücksichtigen Sie dabei zwei Argumente für und zwei Argumente gegen dieses Vorhaben.	5

Material zur Aufgabe 2:

Elektrobus – Induktives Laden in der E-Mobilität

Aufgabe 2, M 1:

Induktives Laden eines Elektrobusses

Fährt ein Bus an eine Ladestelle, dann positioniert er sich über der im Asphalt eingelassenen flachen, runden Primärspule, die mit einer Wechselspannung betrieben wird (Abb. 1).

Zum Laden senkt sich die runde Sekundärspule bis auf eine Distanz von 14 cm zur Mitte der Primärspule in der Straßenoberfläche herab. Der Vorgang ist hier vereinfacht dargestellt, da üblicherweise mehrere Primär- und Sekundärspulen genutzt werden.

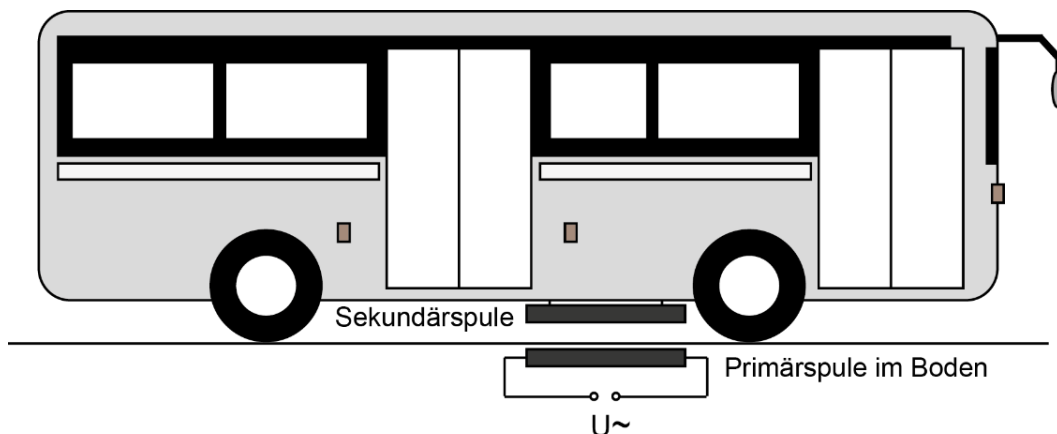


Abb. 1:

Positionierung eines Elektrobusses zum Laden.

Quelle: Eigene Darstellung

Aufgabe 2, M 2:

Verbesserungsvorschlag der Ingenieure zum Elektrobus 2.0

Beim Bau der nächsten Generation der Elektrobusse könnten deutliche Verbesserungen vorgenommen werden. Wenn die Sekundärspule auch nur 1 oder 2 Zentimeter mehr abgesenkt wird, dann erhöht sich die Energieübertragung pro Zeit, das heißt, die elektrische Leistung. Die auf die Sekundärspule übertragene elektrische Leistung P kann mit $P = U_{\text{ind}} \cdot I$ berechnet werden. Noch effektiver wäre eine direkte Absenkung der Sekundärspule auf den Erdboden. Diese zweite Möglichkeit würde aber zu einer Abnutzung der Sekundärspule führen und Unebenheiten, wie z. B. Steine, könnten zu Problemen, wie dem Kippen der Sekundärspule, führen.

Hinweis: Vereinfachend soll davon ausgegangen werden, dass der Widerstand im Stromkreis der Sekundärspule konstant ist.

Aufgabe 2, M 3:

Idealisierte Annahmen zum Laden von Elektrobussen

Die magnetische Flussdichte B mittig über einer flachen Kreisspule mit dem Radius R sowie der Windungszahl N kann mithilfe der folgenden Formel berechnet werden:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I \cdot R^2}{2 \cdot (R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

Die Größe I beschreibt dabei die elektrische Stromstärke des durch die Spule fließenden Stroms und x ist der Abstand von der Spulenebene mittig über der Spule (siehe Abb. 2).

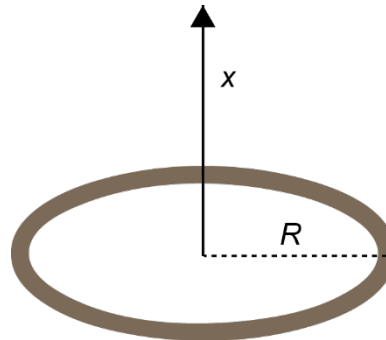


Abb. 2:

Flache Kreisspule mit einer Windung.

Quelle: in Anlehnung an Wikipedia. Biot-Savart-Gesetz. <https://de.wikipedia.org/wiki/Biot-Savart-Gesetz> (Zugriff am: 09.09.2025)

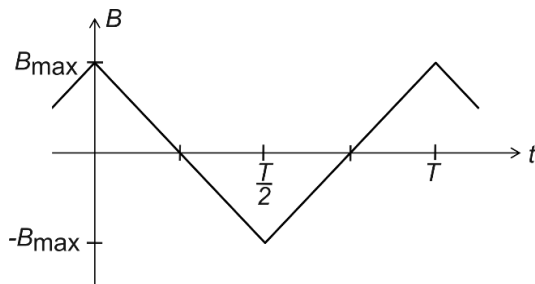


Abb. 3:

Vereinfachter zeitlicher Verlauf der magnetischen Flussdichte im Inneren der Sekundärspule innerhalb einer Periodendauer.

Quelle: Eigene Darstellung

Tab. 1:

Technische Daten zum Laden.

Quelle: Eigene Werte

Maximale Stromstärke in der Primärspule	$I_{\max} = 170 \text{ A}$
Maximale Spannung an der Primärspule	$U_{\max} = 400 \text{ V}$
Frequenz der Wechselspannung	$f = 85 \text{ kHz}$
Windungszahl der Primär-/ Sekundärspule	$N = 3$
Radius der Primär-/ Sekundärspule	$R = 0,50 \text{ m}$
Abstand der Spulenmittelpunkte (beim Laden)	14 cm

Aufgabe 2, M 4:

Daten zur Planung der Ladestellen eines Elektrobusses

Der Elektrobus soll nachts einmal maximal geladen werden und dann tagsüber im Dauerbetrieb fahren, wobei der Bus nach jeder Runde kurz zum Zwischenladen an der Endhaltestelle hält.

Hinweis: 1 kWh entspricht 3,6 MJ.

Tab. 2:

Daten eines konkreten Elektrobusses, der bisher nur an der Endhaltestelle induktiv geladen werden soll.

Quelle: in Anlehnung an

BSVG, *emil - Elektromobilität mittels induktiver Ladung*. <https://update.bsvg.net/unternehmen/elektrobusse-emil> (Zugriff am: 09.09.2025),

BSVG, *Elektrobusse*. <https://update.bsvg.net/unternehmen/elektrobusse-emil/elektrobus> (Zugriff am: 09.09.2025)

Fahrtstrecke einer Runde	13 km
Fahrdauer einer Runde	39 Minuten
Ladezeit am Ende einer Runde an der Endhaltestelle	ca. 11 Minuten
Ladeleistung an der Endhaltestelle	180 kW
Maximale Energie in der Lithium-Ionen-Batterie	90 kWh
Benötigte Energie pro Kilometer (Jahresmittelwert)	1,6 kWh

Die Reichweite eines Elektrofahrzeugs wird unter anderem durch das Heizen bzw. Kühlen des Fahrzeuginnenraums und der Batterie beeinflusst. Lithium-Ionen-Batterien werden bei niedrigen Temperaturen beheizt, um sie im optimalen Temperaturbereich zu halten. Es kann angenommen werden, dass sich die Reichweite von Elektrobussen wie in Abbildung 4 verhält.

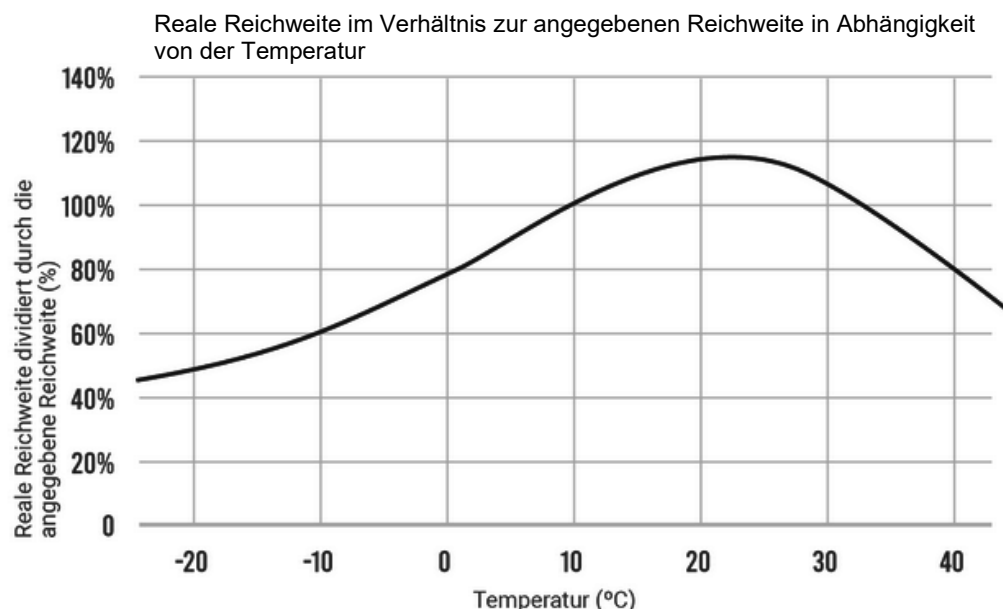


Abb. 4:

Temperatur-Reichweiten-Diagramm, in dem die durchschnittlichen Werte aus Fahrten von 4200 Elektroautos verschiedener Marken, Modelle und Baujahre gezeigt sind. Die angegebene Reichweite wurde vom Hersteller beziffert, die reale Reichweite von Nutzenden.

Quelle: Argue, C. (2023). *Wie wirkt sich die Temperatur auf die Reichweite des Elektrofahrzeugs aus?* <https://www.geotab.com/de/blog/elektrofahrzeuge-batterie-temperatur/> (Zugriff am: 09.09.2025)

Aufgabe 3: Zuckergehalt von Weintrauben

Zur Bestimmung des richtigen Zeitpunktes der Traubenernte messen Winzerinnen und Winzer den Zuckergehalt des Traubensaftes. Eine Schülergruppe möchte ein neues Verfahren zur Bestimmung des Zuckergehaltes von Weintrauben testen.

	BE
1 Als Vorversuch wird das Schirmbild hinter einem Doppelspalt beobachtet, der an der Innenseite eines zunächst luftgefüllten Glasbeckens befestigt ist (M 1). Auf dem Schirm entsteht ein Interferenzmuster.	
a Erklären Sie die Entstehung der Maxima des Interferenzmusters auf dem Schirm.	4
Auf dem Schirm (M 1) misst die Schülergruppe mithilfe eines Geodreiecks für das Maximum 3. Ordnung eine Entfernung von 3 mm zum Maximum 0. Ordnung. Die Ablesegenauigkeit der Schülergruppe ist auf ganze Millimeter begrenzt.	
b Bestätigen Sie mithilfe einer Rechnung das Ergebnis der Schülergruppe von $0,7 \mu\text{m}$ für die Wellenlänge des verwendeten Lichts.	4
c Im Datenblatt des Lasers findet man die Angabe 633 nm, was vom Wert der Teilaufgabe b abweicht. Beurteilen Sie, ob ein Fehler im Datenblatt vorliegen muss, falls die Messunsicherheit bei der Bestimmung des Maximums 3. Ordnung bei $\pm 0,5 \text{ mm}$ liegt.	5
2 Im experimentellen Aufbau von Material 1 wird der Doppelspalt durch ein Gitter mit dem Spaltmittenabstand $g = 2,00 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ ersetzt (M 2).	
a Begründen Sie, dass nun die Maxima 1. Ordnung auf dem Schirm weiter auseinander liegen als bei Verwendung des Doppelspalts. Nun wird das Becken mit Wasser gefüllt und der Versuch wiederholt (M 3a).	3
b Bestimmen Sie mithilfe des Schirmbildes in Abbildung 4 (M 3b) die Wellenlänge des Lichts in Wasser. Bestätigen Sie mithilfe von Material 4, dass in dem Versuch für die ermittelte Brechzahl n von Wasser gilt: $1,2 \leq n \leq 1,4$	4
3 Da Traubensaft für Laserlicht durchlässig ist, will die Schülergruppe den richtigen Zeitpunkt für die Traubenernte mit dem in Material 3 beschriebenen Versuchsaufbau bestimmen. In Material 5 ist der Zusammenhang zwischen Zuckergehalt und Brechzahl (s. M 4) von Traubensaft beschrieben.	
a Mithilfe der Schritte in Material 6 ermittelt die Schülergruppe die Lage der Maxima 1. Ordnung für den Beugungsversuch aus Material 3. Im Glasbecken ist hierbei Traubensaft mit 73 Grad Oechsle enthalten. Begründen Sie die Aussagen (i) bis (iv).	6
b Beurteilen Sie, ob die Schülergruppe mit dem Versuch eine verlässliche Empfehlung für den idealen Erntezeitpunkt gewinnen kann. Gehen Sie von der Ablesegenauigkeit aus, die in Teilaufgabe 1c angegeben ist.	4

Material zur Aufgabe 3: Zuckergehalt von Weintrauben

Aufgabe 3, M 1:

Versuch zur Erzeugung eines Interferenzmusters mit einem Doppelspalt

Monochromatisches Laserlicht trifft senkrecht auf den im Becken befindlichen Doppelspalt.

Der Abstand a zwischen Doppelspalt und Schirm beträgt 14 cm. Der Spaltmittenabstand g beträgt 0,10 mm.

Die Beugungswinkel α_k mit $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ zu den beobachteten Maxima k -ter Ordnung können als klein betrachtet werden.



Abb. 1:

Glasbecken mit Doppelspalt und Schirm (von oben betrachtet).

Quelle: Eigene Darstellung

Aufgabe 3, M 2:

Optische Gitter

Ein Gitter ist vereinfacht gesagt eine Aneinanderreihung vieler Doppelspalte, wobei der Abstand der Spaltmitten, auch Gitterkonstante genannt, jeweils g beträgt (s. Abb. 2). Für die Lage der Maxima im Interferenzmuster hinter dem Gitter gilt dieselbe Formel wie beim Doppelspalt:

$$\sin \alpha_k = \frac{k \cdot \lambda}{g} \text{ mit } k = 0, 1, 2, 3, \dots$$



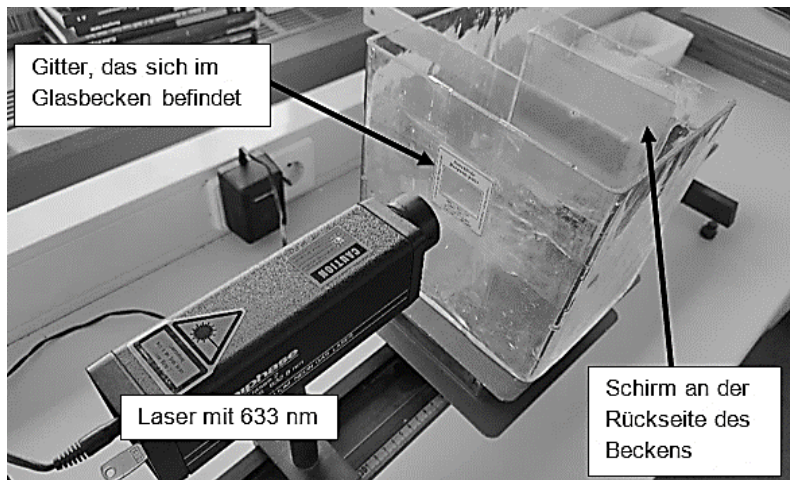
Abb. 2:

Anordnung der Spalte beim Gitter.

Quelle: Eigene Darstellung

Aufgabe 3, M 3: Interferenz in Wasser

3a Beugung in Wasser



Das Gitter besitzt den Spaltmittenabstand

$$g = 2,00 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

Der Abstand zwischen Gitter und Schirm beträgt $a = 14 \text{ cm.}$

Abb. 3:
Versuchsaufbau mit Gitter im wassergefüllten Becken.

Quelle: Eigene Darstellung

3b Versuchsergebnis

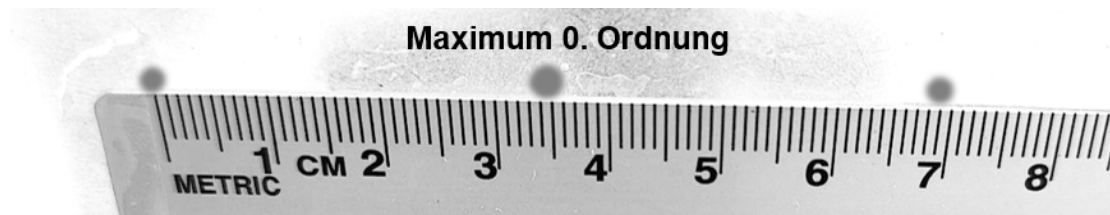


Abb. 4:
Zur Bestimmung der Lage der Maxima 1. Ordnung

Quelle: Eigene Darstellung

Aufgabe 3, M 4: Die Brechzahl

Licht einer bestimmten Frequenz hat in verschiedenen Stoffen verschiedene Wellenlängen.

Das Verhältnis der Wellenlänge des Lichts in Luft zu der Wellenlänge des Lichts im Stoff nennt man die Brechzahl n des Stoffes:

$$n = \frac{\lambda_{\text{Luft}}}{\lambda_{\text{Stoff}}}$$

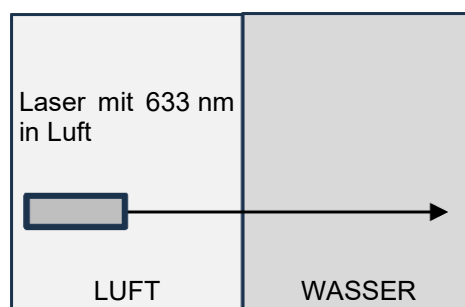


Abb. 5:
Übergang von Licht an der Grenzfläche von Luft zu Wasser.

Quelle: Eigene Darstellung

Aufgabe 3, M 5: Zuckergehalt von Traubensaft

Die Traubenernte zur Produktion von Wein kann beginnen, wenn sich in den Weintrauben genügend Zucker befindet. Der Zuckergehalt wird in der Einheit *Grad Oechsle* angegeben.

Um einen maximalen Preis für den hergestellten Wein zu erzielen, muss hierfür der ideale Zeitpunkt der Traubenernte gefunden werden. Dafür muss unter anderem der Zuckergehalt der Weintrauben auf wenige Grad Oechsle genau bestimmt werden können (s. Tab. 1).

Nimmt der Zuckergehalt (und damit der Oechsle-Grad) des Traubensaftes zu, so steigt auch seine Brechzahl (vgl. M 4) mit der Zuckerkonzentration an (s. Abb. 6).

Quelle: Vicampo. *Oechsle*. <https://www.vicampo.de/weinlexikon/oechsle-cms-p159> (Zugriff am: 09.09.2025)

Tab. 1:

Definition der Qualitätsstufen des produzierten Weins in dem Weinanbaugebiet.

Quelle: FrankenWeinLiebhaber. *Qualitätsstufen dt. Weine* <https://www.frankenweinliebhaber.de/deutsche-weine-kaufen/339.Qualitaetsstufen-deutscher-Weine.html> (Zugriff am: 09.09.2025)

Qualitätsstufe Wein	Grad Oechsle
Tafelwein	ab 44
Landwein	ab 47
Qualitätswein	ab 55
Prädikatswein	ab 73

niedrige
Qualitätsstufe
↓
hohe
Qualitätsstufe

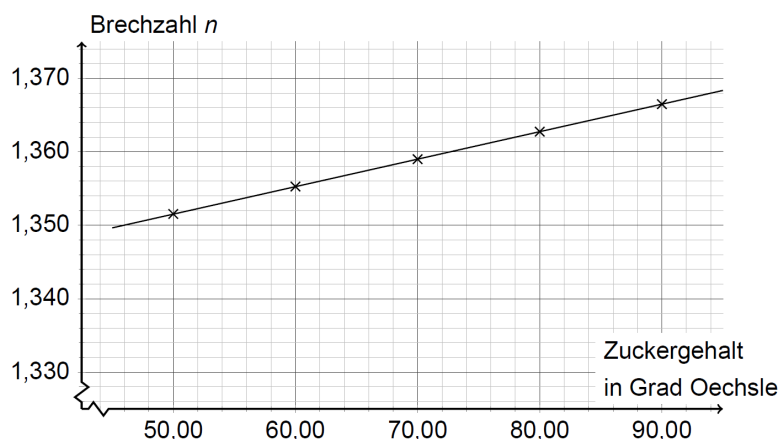


Abb. 6:
Brechzahl in Abhängigkeit vom Zuckergehalt.

Quelle: Eigene Darstellung unter Verwendung von hobbybrennen.ch. *Zucker ↔ Brechungsindex ↔ Alkohol*. www.hobbybrennen.ch/Rechner/ZuckerBrechungsindexAlkohol.html (Zugriff am: 09.09.2025)

Aufgabe 3, M 6: Ermittlung der Lage der Maxima 1. Ordnung

(i) Aus 73 Grad Oechsle folgt $n = 1,360$.

(ii) Somit ist $\lambda_{\text{Traubensaft}} = 465 \text{ nm}$.

(iii) Mit $\sin \alpha_1 = \frac{465 \text{ nm}}{2,00 \cdot 10^{-6} \text{ m}}$ folgt $\alpha_1 = 13,4^\circ$.

(iv) Auf dem Schirm liegen die Maxima 1. Ordnung somit ca. 6,7 cm voneinander entfernt.

Aufgabe 4: Licht und Pflanzenwachstum

In der Regel wachsen Pflanzen sehr gut unter natürlichem Sonnenlicht. Dieses ist jedoch nicht immer in ausreichender Menge verfügbar. Eine künstliche Beleuchtung kann in einem solchen Fall aushelfen.

	BE
1 Für das Pflanzenwachstum müssen die Blätter einer Pflanze Licht absorbieren.	
a Ermitteln Sie anhand von Abbildung 1 (M 1) die Wellenlänge des Lichts, das von den Pflanzenblättern am besten absorbiert wird.	2
b Die Blätter einer Pflanze erscheinen bei Bestrahlung mit Sonnenlicht grün und nicht zum Beispiel blau. Begründen Sie, dass das Spektrum in Abbildung 1 (M 1) zur Erklärung dieser Beobachtung beiträgt.	3
2 Künstliche Lichtquellen, die das Pflanzenwachstum anregen, werden als Pflanzenlampen bezeichnet. Als Pflanzenlampen kamen früher häufig Natriumdampflampen zum Einsatz.	
a Gemäß Abbildung 2 (M 2) emittiert Natrium Licht, das nur eine einzige Wellenlänge im sichtbaren Bereich enthält. Ermitteln Sie diese Wellenlänge. [Kontrollwert: $\lambda = 590 \text{ nm}$]	5
b Erläutern Sie unter Zuhilfenahme von Abbildung 1 (M 1) einen wesentlichen Nachteil einer Natriumdampflampe als Pflanzenlampe.	4
c Als Alternative zur Natriumdampflampe werden häufig LEDs genutzt. Ermitteln Sie mithilfe der Informationen aus Material 3 die Anzahl der pro Sekunde von der LED-Pflanzenlampe emittierten Photonen und damit ihre Effizienzklasse.	5
3 Auf Internetseiten findet man bei den physikalischen Informationen zum Pflanzenwachstum die in Material 4 aufgeführten Informationen.	
a Das folgende Zitat aus Material 4 vermittelt eine falsche Vorstellung von Licht: <i>Licht bewegt sich wellenförmig und transportiert dabei Lichtteilchen.</i> Erläutern Sie eine diesem Zitat zugrundeliegende Fehlvorstellung.	3
b In dem Zitat aus Teilaufgabe 3a werden die Welleneigenschaft und die Teilcheneigenschaft von Licht umschrieben. Erläutern Sie den Nachweis dieser Eigenschaften am Doppelspaltexperiment.	4
c Begründen Sie die in Material 4 getroffene Aussage zu unterschiedlichen Leuchtdauern verschiedener Pflanzenlampen aus physikalischer Sicht. Gehen Sie dabei davon aus, dass die verschiedenen Pflanzenlampen monochromatisches Licht derselben Wellenlänge emittieren.	4

Material zur Aufgabe 4: Licht und Pflanzenwachstum

Aufgabe 4, M 1:

Absorptionsspektrum von Pflanzenblättern

Abbildung 1 zeigt ein gemessenes Absorptionsspektrum von Pflanzenblättern. Je höher die Absorption für eine bestimmte Wellenlänge ist, desto mehr regt Strahlung dieser Wellenlänge das Wachstum der Pflanze an. Das Licht, welches von den Blättern nicht gut absorbiert wird, wird reflektiert.

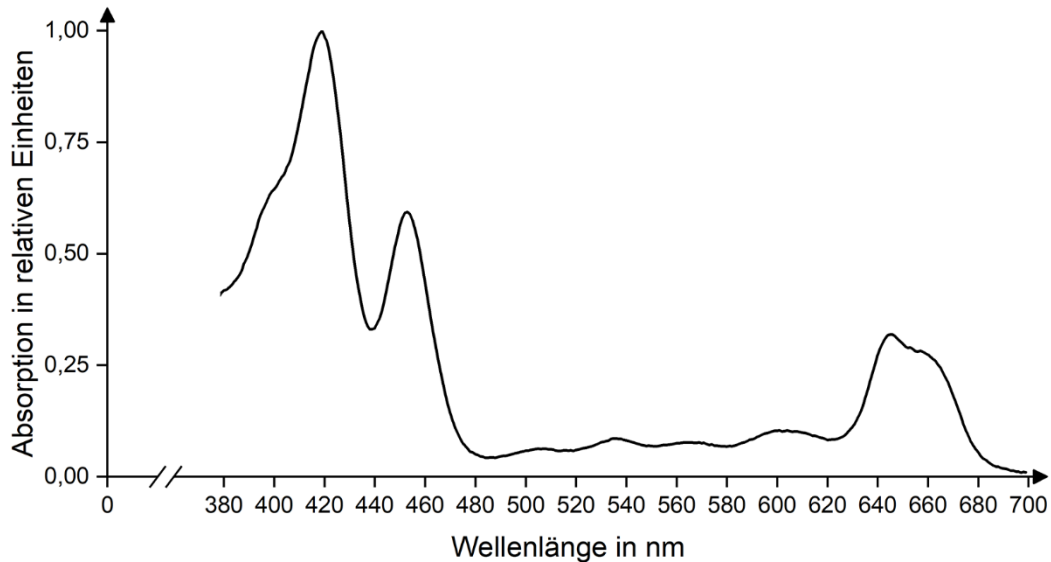


Abb. 1:

Absorptionsspektrum von Pflanzenblättern

Quelle: Eigene Darstellung

Aufgabe 4, M 2:

Energieniveauschema von Natrium

Die Abbildung 2 zeigt ein vereinfachtes Energieniveauschema von Natrium. Bei einer Natriumdampflampe werden Natriumatome aus dem Grundzustand in die Zustände E_1 oder E_2 angeregt. Der in Abbildung 1 (M 1) dargestellte sichtbare Bereich des elektromagnetischen Spektrums ist durch Photonenenergien von $E = 1,77 \text{ eV}$ bis $E = 3,26 \text{ eV}$ begrenzt.

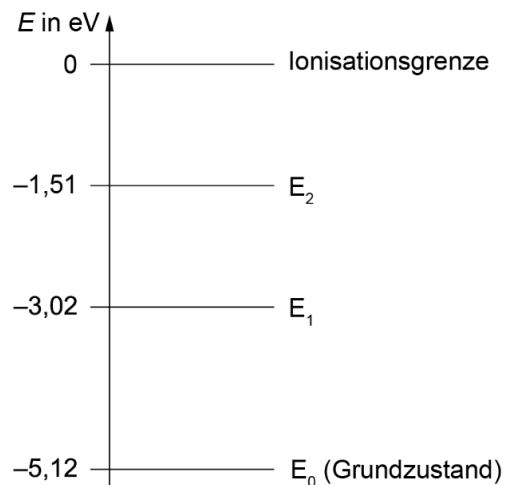


Abb. 2:

Vereinfachtes Energieniveauschema von Natrium

Quelle: Eigene Darstellung

Aufgabe 4, M 3:

Informationen zur Effizienz einer Pflanzenlampe

Eine bestimmte LED-Pflanzenlampe weist die folgenden Merkmale auf:

Tab. 1:

Merkmale einer LED-Pflanzenlampe

Quelle: Eigene Werte

Wellenlänge des emittierten Lichts:	$\lambda = 420 \text{ nm}$
Von der Lampe pro Sekunde aufgenommene elektrische Energie:	$E_{\text{el}} = 300 \text{ J}$
Von der Lampe pro Sekunde emittierte Lichtenergie:	$E_{\text{Licht}} = 180 \text{ J}$

In den Datenblättern von LED-Pflanzenlampen findet man häufig die Angabe einer Effizienzklasse. Diese Effizienzklassen sind wie folgt ausgewiesen:

Tab. 2:

Effizienzklassen von LED-Pflanzenlampen

Quelle: Pflanzenfabrik (Hg.) (2023, 21. Dezember). *Pflanzenlampen: richtig auswählen und vergleichen!* <https://pflanzenfabrik.de/pflanzenlampen-vergleich/> (Zugriff am 09.09.2025)

Effizienzklasse einer LED-Pflanzenlampe	Anzahl emittierter Photonen elektrische Energie
sehr hoch	mehr als $2,5 \frac{\mu\text{mol}}{\text{J}}$
hoch	mehr als $2,0 \frac{\mu\text{mol}}{\text{J}}$
moderat	mehr als $1,5 \frac{\mu\text{mol}}{\text{J}}$
niedrig	weniger als $1,5 \frac{\mu\text{mol}}{\text{J}}$

Die Effizienzklasse gibt das Verhältnis der Anzahl emittierter Photonen und der elektrischen Energie an, die für deren Erzeugung benötigt wird. Die Angabe $1,00 \mu\text{mol}$ steht dabei für eine Anzahl von $6,02 \cdot 10^{17}$ Photonen.

Aufgabe 4, M 4:

Informationen zum Einsatz von Pflanzenlampen

Auf zwei Webseiten, die sich mit Pflanzenlampen befassen, findet man die folgenden Informationen:

Was ist Licht?

Licht bewegt sich wellenförmig und transportiert dabei Lichtteilchen, welche auch quantifizierbar sind. Dies ist gerade für die Einschätzung der Leistung einer Pflanzenlampe überaus wichtig, denn schließlich sind es die Lichtteilchen (Photonen), welche die Photosynthese der Pflanze auslösen.

Quelle: Pflanzenlampen (Hg.) (2019). *Wellen und Teilchen.* <https://www.pflanzenlampen.org/was-ist-licht/> (Zugriff am: 09.09.2025)

Führt eine lange Beleuchtung zu mehr Ertrag?

Um den Ertrag einer Pflanze zu erhöhen, ist es jedoch nicht unbedingt entscheidend, wie lange Dein Pflanzenlicht leuchtet. Der Ertrag ist vielmehr von der Menge an Lichtenergie (Photonen) abhängig, die Deine Pflanzenlampe abgibt. Eine schwache Pflanzenlampe muss länger leuchten als eine starke, um die erforderliche Menge an Photonen zu generieren.

Quelle: Pflanzenfabrik (Hg.) (2023, 20. Dezember). *Optimale Beleuchtungsdauer: Wie lange müssen Pflanzenlampen leuchten?* <https://pflanzenfabrik.de/pflanzenlampen-wie-lange-leuchten> (Zugriff am: 09.09.2025)