



**10.**  
**Klasse**

# **Realschule 2023**

## **MSA Bayern**

### **Physik**

*Zusätzlich mit*

*- insgesamt 24 Musterprüfungen im Stil der neuen  
Abschlussprüfung mit Lösungen*

**Inkl. 2022**  
Original-Prüfungen  
mit Lösungen

# **RS 10**

Realschule 10. Klasse | Mittlerer Schulabschluss | Bayern

Lehrplan**PLUS**

**Original-Prüfungen  
Realschule Bayern 2023  
Physik**

erstellt

für Schülerinnen und Schüler  
der Realschule Bayern  
mit der Wahlpflichtfächergruppe I



**lernverlag**®  
[www.lern-verlag.de](http://www.lern-verlag.de)

## Vorwort

Liebe Schülerinnen, liebe Schüler,  
liebe Kolleginnen, liebe Kollegen,

in diesem speziellen Prüfungsvorbereitungsbuch **Original-Prüfungen Realschule Bayern 2023 Physik** sind die letzten acht zentral gestellten Originalprüfungen der Jahre 2015 bis 2022 und insgesamt **24 Musterprüfungen** nach LehrplanPLUS enthalten. Dazu gibt es schülergerechte, lehrplankonforme und ausführliche Lösungen, die für den Schüler leicht verständlich und nachvollziehbar erstellt worden sind. Dieses Prüfungsvorbereitungsbuch ist durch die ausführlichen und schülergerechten Lösungen auch eine ideale Unterstützung während der 10. Klasse in der Realschule, um sich auf die einzelnen Leistungsnachweise optimal vorzubereiten.

## Hinweise

Die Abschlussprüfung 2023 findet nach Vorgaben des *Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus* am **Mittwoch, 28.06.2023** statt und dauert **120 Minuten**. (Stand 01.09.2022 - Angaben ohne Gewähr)

Als **Hilfsmittel** ist ein elektronischer Taschenrechner und eine Formelsammlung erlaubt.

## Neues - Lernplattform kommt

Wir haben eine neue **Lernplattform** eingerichtet und bauen diese sukzessive auf. Hier findet man im gesicherten Mitgliederbereich hilfreiche Erklär- und Lösungsvideos zu vielen Prüfungsthemen und zu den Lösungen der Original-Prüfungen dieses Buches. Jetzt bei <https://lern.de> oder <https://realschul.guru> einen Platz sichern. **Zeit- und ortsunabhängig** online für einzelne Arbeiten lernen.

## Tipps

Fangen Sie rechtzeitig an, sich auf die Abschlussprüfung vorzubereiten und arbeiten Sie kontinuierlich alte Prüfungen durch. Wiederholen Sie die einzelnen Prüfungen mehrmals, um die notwendige Sicherheit zu erlangen.

Üben Sie also, so oft Sie können.

## Notenschlüssel

Der Notenschlüssel wird von der jeweiligen Schule vergeben und unterschiedlich angewandt.



### Impressum

**lern.de Bildungsgesellschaft mbH**

Geschäftsführer: Sascha Jankovic

Fürstenrieder Str. 52

80686 München

Amtsgericht München: HRB 205623

E-Mail: [kontakt@lern-verlag.de](mailto:kontakt@lern-verlag.de) – <https://www.lern-verlag.de>

lernverlag, lern.de und cleverlag sind eingetragene Marken von Sascha Jankovic, Inhaber und Verleger.

Druck: Deutschland

Lösungen:

Simon Rümmler (TU Dresden), Sascha Jankovic und das Team aus Pädagogen und Naturwissenschaftlern der lern.de Bildungsgesellschaft mbH.

©lern.de, ©lernverlag und ©cleverlag - Alle Rechte vorbehalten.

Trotz sorgfältiger Recherche kann es vorkommen, dass nicht alle Rechteinhaber ausfindig gemacht werden konnten. Bei begründeten Ansprüchen nehmen Sie bitte direkt mit uns Kontakt auf.

### Nachweise Abbildungen/Bilder:

Alle Abbildungen/Bilder haben chronologisch folgende Nachweise und sind urheberrechtlich geschützt:

2022: ©lern.de ab 2017: ©lern.de

2016: Jeweils bei jedem Bild angegeben

2015: wikipedia: ©Dbachmann (A3) ©apollo (B3), ©Mennekes (B4) ©lern.de (A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3)

Wir danken dem *Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus* für die freundliche Genehmigung, die Original-Prüfungen abdrucken zu dürfen. Die Lösungsvorschläge liegen nicht in der Verantwortung des Ministeriums.

**8. ergänzte Auflage** ©2022 1. Druck

**ISBN-Nummer:** 978-3-7430-0101-5

**Artikelnummer:**

EAN 9783743001015

## Aktuelles Rund um die Prüfung 2023 und diesem Buch

Als kleiner Verlag schreiben wir für alle Schüler:innen nachvollziehbare, verständliche und ausführliche Lösungen zu den Original-Prüfungen und versuchen unsere Titel auch während des Schuljahres immer aktuell zu halten. Da wir seit über 20 Jahren individuelle Lernförderung durchführen, stehen bei uns alle Schüler:innen an erster Stelle, wenn es um Fragen rund um das Buch, Verständnisprobleme bei dem ein oder anderen Thema oder Wünsche geht.

Egal ob es um übersehene Rechtschreibfehler, Rechenfehler oder auch Wünsche von Lehrer:innen oder Schüler:innen geht, wir setzen uns sofort hin und versuchen Gewünschtes umzusetzen. Es kostet niemanden etwas, und alle profitieren davon, auch wenn wir Mehrarbeit durch diesen kostenlosen Service haben.

### Wir erreichen Sie uns am besten?

Schreiben Sie uns eine E-Mail an **[kontakt@lern-verlag.de](mailto:kontakt@lern-verlag.de)**

Schreiben Sie uns eine Nachricht, schicken Sie ein Foto von der betroffenen Seite. Wir prüfen, ändern und veröffentlichen bei Bedarf im kostenlosen Downloadbereich des lernverlags die durchgeführten Änderungen.



**WhatsApp-Business**  
**+49 89 54 64 52 00**

Sie können uns gerne unter der selben Nummer anrufen.

### Digitales zu diesem Buch



Unter **<https://lern.de>** bauen wir gerade eine Lernplattform auf.

Du suchst ein Video über quadratische Funktionen oder Trigonometrie und bekommst aktuell auf anderen Plattformen 50 Videos angezeigt mit unterschiedlichen Erklärungen? Das soll sich ändern. Ein Begriff und maximal 3 Videos, die eventuell zusammenhängen.

Wir arbeiten unter Hochdruck daran, kurze animierte Erklärvideos, passend zum Unterrichtsstoff und „ON-TOP“ Lösungsvideos zu den Original-Prüfungen zu erstellen.

Schau öfters einmal vorbei oder melde dich am besten zu unserem **Newsletter** an, der **maximal zweimal pro Monat** verschickt wird.

### Änderungen in dieser Neuauflage 2022/2023 - ISBN: 978-3-7430-0101-5

- Älteste Original-Prüfung 2014 herausgenommen und Vorwort überarbeitet
- **Musterprüfungen** (insgesamt 24) mit in das Buch aufgenommen
- Hinweise zum Distanzunterricht und der neuen Prüfung nach LehrplanPLUS überarbeitet

Alle alten Prüfungen wurden zu Übungszwecken in der Neuauflage mit abgedruckt, da die Lösungen sehr ausführlich geschrieben und man sich dadurch noch viel mehr Wissen aneignen kann. Der LehrplanPLUS fordert von Schüler:innen eine kompetenzorientiert Vorgehensweise bei der Prüfungsvorbereitung, die durch den Aufbau dieses Prüfungsbuches gefördert wird.

# Themenbezogene Übersicht - Finde Dich leicht zurecht

Damit man sich auch während des Schuljahres optimal auf die einzelnen Arbeiten vorbereiten kann, haben wir eine **Übersicht zu den einzelnen Themengebieten** erstellt.

So kann man sich beispielsweise gezielt auf die Arbeit mit dem Thema *Energie* vorbereiten und dazu alle entsprechenden Original-Prüfungen durcharbeiten.

Die Themen *Elektrizitätslehre*, *Energie* und *Materie* in der **Musterprüfung** stimmen mit den Themenbereichen *Elektrizitätslehre*, *Energie* und *Atom- und Kernphysik* in den Originalprüfungen 2015-2022 überein, sodass auch für diesen Themenbereich eine Vorbereitung anhand der alten Prüfungen möglich ist.

## ORIGINAL-PRÜFUNGEN 2015 - 2022

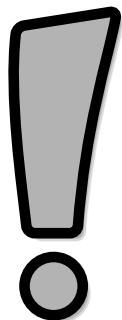
Die Lösungen sind immer direkt nach jedem Aufgabenteil zu finden. Die einzelnen Schwerpunktthemen entnehmen Sie bitte dem Lehrplan bzw. den einzelnen Original-Prüfungen.

Jahrgang	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Teil A</b>								
<b>Elektrizitätslehre I</b>	7	27	49	73	95	117	143	167
<b>Elektrizitätslehre II</b>	10	30	52	76	98	120	146	170
<b>Atom- und Kernphysik</b>	12	33	55	79	101	123	149	173
<b>Energie</b>	14	36	58	82	104	126	152	176
<b>Teil B</b>								
<b>Elektrizitätslehre I</b>	16	38	61	84	106	129	155	179
<b>Elektrizitätslehre II</b>	18	41	64	87	109	132	157	182
<b>Atom- und Kernphysik</b>	21	43	66	89	111	135	159	184
<b>Energie</b>	24	45	69	92	114	138	162	187

Durch den neuen LehrplanPLUS haben sich die Namen der einzelnen zu prüfenden Lernbereiche geändert. Hier eine Übersicht.

Aus alt wird neu nach LehrplanPLUS neu	
alt	neu
<b>Elektrizitätslehre I</b>	<b>Elektrizitätslehre</b>
<b>Elektrizitätslehre II</b>	<b>Elektrizitätslehre</b>
<b>Energie</b>	<b>Energieversorgung</b>
<b>Atom- und Kernphysik</b>	<b>Atom- und Kernphysik</b>
	<b>Mechanik</b>

## Hinweis zur Prüfung 2023 in Physik



### Änderungen/Sonderregelung für den MSA 2023 LehrplanPLUS an der Realschule:

Aktuelle Informationen bzgl. möglicher Schwerpunktsetzungen/Priorisierungen (Stand: 01.09.2022):

- Aus Ph 10.1 Mechanik:  
Kompetenzen wie Zeit-Weg-Diagramme, Durchschnittsgeschwindigkeiten, kinetische Energie etc. können abgefragt werden.
- Aus Ph 10.2 Elektrizitätslehre:  
Stromkreise, Widerstände, magnetische Induktion, Regel von Lenz, Wirbelströme etc. können abgefragt werden.
- Aus Ph 10.3 Atom- und Kernphysik:  
Radioaktivität, Atomkerne, radioaktiver Zerfall, Nachweismethoden von radioaktiver Strahlung etc. können abgefragt werden.
- Aus Ph 10.4 Energieversorgung:  
Energieträger vergleichen, umwandeln von Energie, Speichertechniken, Auswirkungen auf die Umwelt etc. können abgefragt werden.

Bitte fragen Sie bzgl. Priorisierung/Änderungen auch bei Ihrer Lehrkraft nach!

Auf unsere Verlagsseite und den einzelnen Lernplattformen veröffentlichen wir aktuelle Änderungen, die eventuell die Abschlussprüfung 2023 betreffen. Seien Sie immer auf dem aktuellsten Stand!

Es werden ständig neue Informationen rund um den Lehrplan**PLUS** für das Schuljahr 2022/2023 veröffentlicht.

# Original-Prüfung Physik 2015

## MSA an Realschulen in Bayern

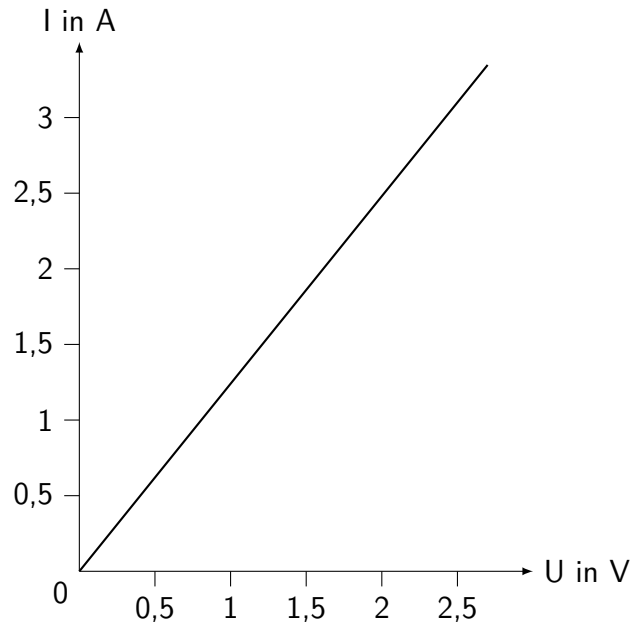


DEINE NEUE  
LERNPLATTFORM  
UNTER

<https://lern.de>  
oder  
<https://realschul.guru>



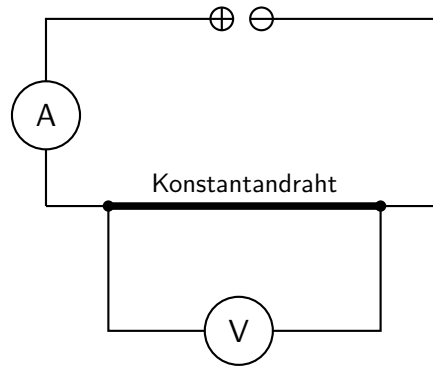
- 1.1.0 In einem Versuch wird für einen Konstantendraht mit dem Durchmesser  $d = 0,70 \text{ mm}$  die Stromstärke  $I$  in Abhängigkeit von der Spannung  $U$  gemessen. Nebenstehende Kennlinie zeigt eine graphische Auswertung des Versuchs.



- 1.1.1 Zeichnen Sie eine zugehörige Schaltskizze.
- 1.1.2 Berechnen Sie die Länge des verwendeten Konstantendrahts mithilfe des Diagramms aus 1.1.0.
- 1.1.3 Ein zweiter Konstantendraht hat die gleiche Querschnittsfläche und die doppelte Länge wie der Draht aus 1.1.0.  
Wie groß ist die Steigung der Kennlinie des zweiten Drahts im Vergleich zum ersten?  
Begründen Sie ihre Aussage.
- 1.2.0 Bei einem Elektroherd sind unter der Kochplatte drei Heizwendeln mit den Widerstandswerten  $R_1 = 66 \Omega$ ,  $R_2 = 147 \Omega$  und  $R_3$  eingebaut. Durch unterschiedliche Schaltungen der Heizwendeln ergeben sich verschiedene Leistungsstufen der Kochplatte. Beim Anschluss an die Netzspannung von  $230 \text{ V}$  beträgt die maximale Leistung  $1,5 \text{ kW}$ .
- 1.2.1 Begründen Sie, warum die maximale Leistung bei Parallelschaltung der drei Widerstände erreicht wird.  
Berechnen Sie den Wert des Widerstands  $R_3$  der Heizwendel.
- 1.2.2 Nennen Sie zwei Vorteile, die ein Induktionsherd gegenüber einem Elektroherd mit Heizwendeln aufweist.



- 1.1.1 In der Schaltskizze muss beachtet werden, dass ein Voltmeter (Strommessgerät) parallel und ein Amperemeter (Spannungsmessgerät) in Reihe zum Konstantendraht geschaltet werden muss.



- 1.1.2 Aus dem Diagramm wird ein Wertepaar abgelesen. Da die Kennlinie linear verläuft führen alle Werte zum gleichen Ergebnis. Abgelesene Werte z. B.:  $U = 2,5 \text{ V}$  und  $I = 3,1 \text{ A}$ . Diese Werte können verwendet werden, um den Widerstand des Drahtes zu bestimmen:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{2,5 \text{ V}}{3,1 \text{ A}} \approx 0,81 \Omega$$

Außerdem gilt für den Widerstand

$$\begin{aligned} R &= \frac{\rho \cdot \ell}{A} & | \cdot A \\ \Leftrightarrow R \cdot A &= \rho \cdot \ell & | : \rho \\ \Leftrightarrow \ell &= \frac{R \cdot A}{\rho} \end{aligned}$$

Es werden nun die gegebenen/ermittelten Werte eingesetzt. Die Fläche  $A$  ergibt sich dabei aus dem gegebenen Durchmesser zu  $A = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi$ .

$$\ell = \frac{R \cdot A}{\rho} = \frac{0,81 \Omega \cdot \left(\frac{0,70 \text{ mm}}{2}\right)^2 \cdot \pi}{0,50 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}} \approx 0,62 \text{ m}$$

- 1.1.3 Es gilt:

- Der Widerstand ergibt sich wie bereits angegeben zu  $R = \frac{\rho \cdot \ell}{A}$ . Damit ist  $R$  proportional zu  $\ell$ . Bei doppelter Länge verdoppelt sich also der Widerstand.
- Für den Widerstand gilt außerdem  $R = \frac{U}{I}$ . Ist die Spannung gleich groß, der Widerstand aber doppelt so groß wie bisher, so ist die Stromstärke nur noch halb so groß wie bisher.
- Ist die Spannung gleich, die Stromstärke aber halb so groß, ist entsprechend auch die Steigung der Kennlinie im Diagramm halb so groß.

(Die Steigung der Kennlinie des zweiten Drahtes ist sein Leitwert; dieser ist halb so groß wie der des ersten Drahtes:  $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{0,81 \Omega} = 0,62 \text{ S}$ )

- 1.2.1 • Es ist  $P = U \cdot I$  und  $R = \frac{U}{I}$  und damit  $I = \frac{U}{R}$ . Eingesetzt ergibt sich damit die Leistung zu  $P = \frac{U^2}{R}$ .

**Original-Prüfung Physik 2016**  
**MSA an Realschulen in Bayern**

- 1.1.0 Bei einem Metalldraht wird die Stromstärke  $I$  in Abhängigkeit von der Spannung  $U$  gemessen, während der Metalldraht in einem Wasserbad gekühlt wird. Es ergeben sich folgende Messwerte:

U in V	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4
I in A	0,33	0,45	0,55	0,65	0,76	0,83	0,98

- 1.1.1 Werten Sie die Messreihe rechnerisch aus und formulieren Sie das Ergebnis.

- 1.1.2 Der Draht hat eine Länge von 13,5 m und eine Querschnittsfläche von  $0,196 \text{ mm}^2$ .

Bestimmen Sie durch Rechnung das Material des Drahts mithilfe nebenstehender Tabelle.

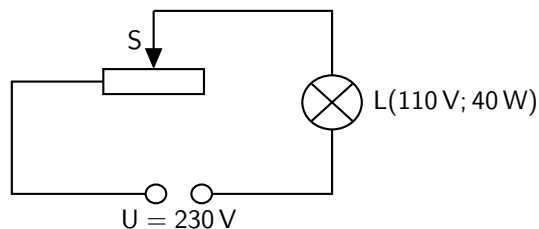
Material	$\rho$ in $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ (bei $20^\circ \text{C}$ )
Aluminium	0,027
Eisen	0,10
Konstantan	0,50
Kupfer	0,017
Messing	0,07 – 0,09

- 1.1.3 Für einen neuen Durchgang des Versuchs wird der Draht aus dem Wasserbad herausgenommen.

Skizzieren Sie zu diesem Versuch eine zugehörige Kennlinie.

- 1.1.4 Erklären Sie den Verlauf der Kennlinie aus 1.1.3 mithilfe des Teilchenmodells.

- 1.2.0 In nebenstehender Versuchsskizze ist der Schiebewiderstand so eingestellt, dass die Glühlampe mit ihren Nenndaten betrieben wird.



- 1.2.1 Berechnen Sie den Wert des eingestellten Widerstands.  
[Teilergebnis:  $I = 0,36 \text{ A}$ ]

- 1.2.2 Bestimmen Sie durch Rechnung den Wirkungsgrad der Schaltung.

- 1.2.3 Was ist zu beobachten, wenn man den Schieber S nach rechts bewegt?  
Begründen Sie Ihre Antwort.

- 1.1.1 Die gegebene Tabelle wird noch um eine Zeile ergänzt, in der der Quotient von Spannung und Stromstärke eingetragen wird:

U in V	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4
I in A	0,33	0,45	0,55	0,65	0,76	0,83	0,98
$\frac{I}{U}$ in $\frac{A}{V}$	0,18	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17	0,18

Wie in der Tabelle zu sehen ist, ist das Verhältnis der beiden Größen  $\frac{I}{U} = \text{konstant}$ . Somit ist U proportional zu I, was dem ohmschen Gesetz entspricht.

- 1.1.2 Aus der Tabelle aus Teilaufgabe 1.1.2 ergibt sich ein mittlerer Wert für den Leitwert  $\frac{I}{U} = \bar{G} = 0,18 \frac{A}{V} = 0,18 S$ . Daraus kann zunächst der Widerstand bestimmt werden, da es sich dabei um den Kehrwert des Leitwertes handelt:

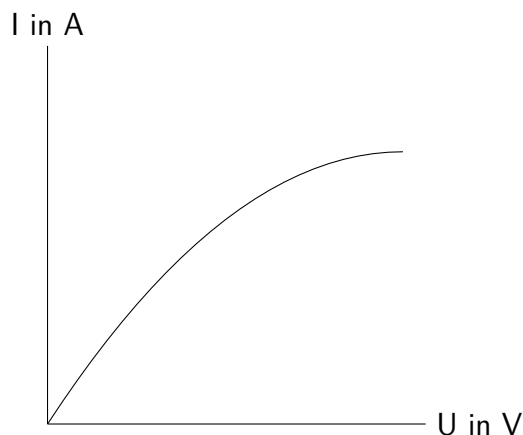
$$\bar{R} = \frac{1}{\bar{G}} = \frac{1}{0,18 S} \approx 5,6 \Omega$$

Mit den Werten aus den Angaben kann daraus der spezifische Widerstand des Drahtes bestimmt werden:

$$\rho = \frac{\bar{R} \cdot A}{\ell} = \frac{5,6 \Omega \cdot 0,196 \text{ mm}^2}{13,5 \text{ m}} \approx 0,081 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

Vergleicht man diesen Werten mit den gegebenen Werten aus der Tabelle, zeigt sich, dass es sich um einen Messingdraht handelt.

- 1.1.3 Für diesen Versuch ergibt sich etwa folgende Kennlinie:

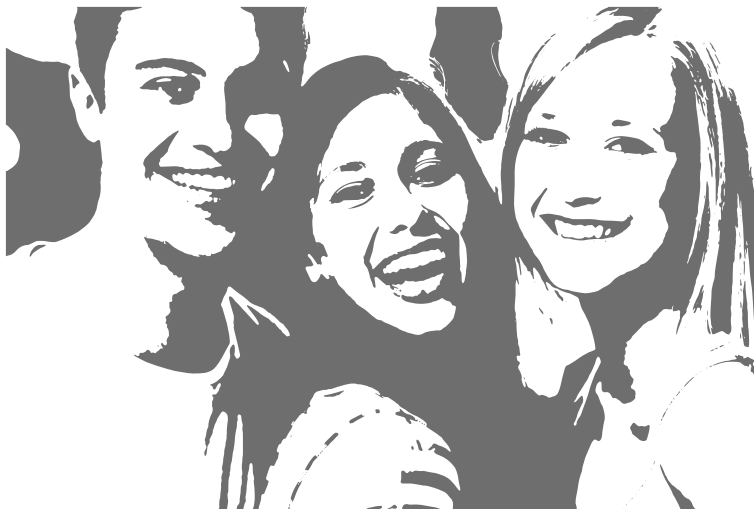


- 1.1.4 Erklärung:

- Die Erhöhung der Spannung bewirkt, dass an den Leitungselektronen eine größere elektrische Arbeit verrichtet wird und damit ihre Driftgeschwindigkeit steigt.
- Die Leitungselektronen übertragen durch Wechselwirkungen mit den um ihre Gitterplätze schwingenden Atomrümpfen mehr Energie auf diese.
- Diese Energiezufuhr bewirkt, dass die Schwingungen der Atomrümpfe stärker werden.
- Die Wechselwirkungen zwischen den Leitungselektronen und den Atomrümpfen werden damit zahlreicher (wegen der Temperaturerhöhung) und stärker (wegen der Erhöhung der Spannung).

# Original-Prüfung Physik 2019

## MSA an Realschulen in Bayern



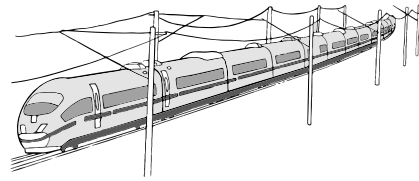
DEINE NEUE  
LERNPLATTFORM  
UNTER

<https://lern.de>  
oder

<https://realschul.guru>

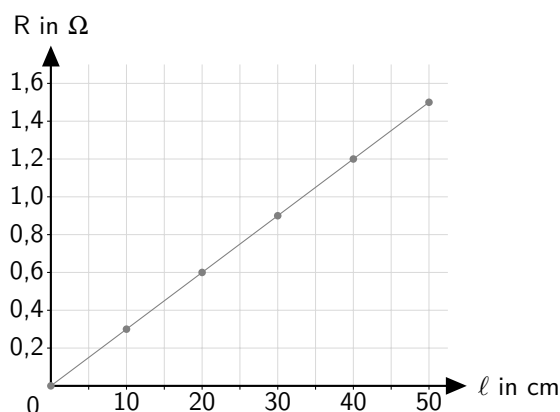


- 1.1.0 Auf einer Modelleisenbahnanlage wird eine Bahnsteigseite mit drei baugleichen Leuchtdioden ( $2,0\text{ V} \mid 40\text{ mW}$ ) beleuchtet. Diese sind zusammen mit einem Vorwiderstand  $R_V$  in einem unverzweigten Stromkreis an eine  $16\text{ V}$ -Gleichspannungsversorgung angeschlossen.



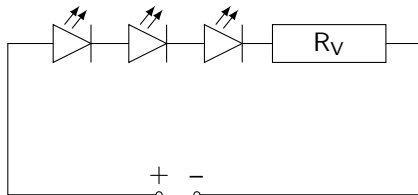
- 1.1.1 Zeichnen Sie die dazugehörige Schaltskizze.
- 1.1.2 Begründen Sie, warum zum Betrieb der drei in Reihe geschalteten LEDs ein Vorwiderstand notwendig ist.
- 1.1.3 Berechnen Sie den Wert des Vorwiderstandes  $R_V$ , wenn die LEDs mit ihrer Nennspannung betrieben werden.
- 1.1.4 Berechnen Sie den Wirkungsgrad dieser Schaltung.
- 1.1.5 Erklären Sie das Entstehen der ladungsträgerarmen Zone am pn-Übergang einer LED mithilfe der Modellvorstellung.

- 1.2.0 In einem Versuch wird für einen Konstantendraht der elektrische Widerstand in Abhängigkeit von der Drahtlänge untersucht. Nebstehendes Diagramm zeigt die grafische Auswertung des Versuchs.



- 1.2.1 Formulieren Sie das Versuchsergebnis.
- 1.2.2 Berechnen Sie mithilfe des Diagramms die Querschnittsfläche des verwendeten Konstantendrahts.
- 1.2.3 Der Versuch aus 1.2.0 wird mit einem Konstantendraht mit doppeltem Durchmesser wiederholt. Beschreiben Sie die Änderung der Widerstandswerte bei gleicher Drahtlänge. Begründen Sie Ihre Aussage.

- 1.1.1 Für die Schaltskizze muss beachtet werden, dass es sich um eine Gleichspannungsversorgung handelt, alle Bauteile in Reihe und die LEDs in Durchlassrichtung geschaltet sind.



- 1.1.2 Begründung:

- In einer Reihenschaltung teilt sich die Gesamtspannung der Spannungsversorgung auf alle Elemente der Reihenschaltung auf.
- Wären nur die LEDs in Reihe geschaltet, so würde sich die Gesamtspannung von 16 V auf diese aufteilen, sodass an jeder LED ca. 5,3 V anliegen würden.
- Die Nennspannung der LEDs ist jedoch mit 2,0 V deutlich kleiner, sodass der Betrieb zu einer Beschädigung der LEDs führen würde.
- Ist auch der Vorwiderstand in Reihe geschaltet und passend gewählt, fällt so viel Spannung ab, dass an den LEDs die Nennspannung anliegt.

- 1.1.3 Wie in der letzten Teilaufgabe beschrieben, ist die Gesamtspannung die Summe der Spannungen der einzelnen Komponenten, es gilt also:

$$\begin{aligned} U_{\text{ges}} &= U_V + 3 \cdot U_{\text{LED}} \\ \Leftrightarrow 16 \text{ V} &= U_V + 3 \cdot 2,0 \text{ V} \quad | - 6 \text{ V} \\ \Leftrightarrow U_V &= 10 \text{ V} \end{aligned}$$

Die Stromstärke ist in einer Reihenschaltung für alle Komponenten gleich und kann gemäß  $P = U \cdot I$  aus den Kenndaten der LED bestimmt werden:

$$I = \frac{P_{\text{LED}}}{U_{\text{LED}}} = \frac{40 \text{ mW}}{2,0 \text{ V}} = \frac{0,040 \text{ W}}{2,0 \text{ V}} = 0,02 \text{ A}$$

Aus dem Ohmschen Gesetz  $U = R \cdot I$  ergibt sich schließlich der Wert des Vorwiderstandes:

$$R_V = \frac{U_V}{I} = \frac{10 \text{ V}}{0,02 \text{ A}} = 500 \Omega = 0,5 \text{ k}\Omega$$

- 1.1.4 Der Wirkungsgrad ergibt sich aus der Nutzleistung und der zugeführten Leistung. Die Nutzleistung ist die der LEDs, ergibt sich also zu

$$P_{\text{nutz}} = 3 \cdot P_{\text{LED}} = 3 \cdot 0,040 \text{ W} = 0,12 \text{ W}.$$

Aus  $P = U \cdot I$  ergibt sich die gesamte zugeführte Leistung:

$$P_{\text{zu}} = U_{\text{ges}} \cdot I = 16 \text{ V} \cdot 0,02 \text{ A} = 0,32 \text{ W}$$

Aus dem Verhältnis der beiden Werte ergibt sich schließlich der Wirkungsgrad der Schaltung:

$$\eta = \frac{P_{\text{nutz}}}{P_{\text{zu}}} = \frac{0,12 \text{ W}}{0,32 \text{ W}} \approx 0,38$$

## 1.1.5 Erklärung:

- Am pn-Übergang der LED liegen eine n- und eine p-dotierte Halbleiterschicht aneinander.
- An der Kontaktfläche zwischen beiden Schichten findet Rekombination zwischen den freien Elektronen aus der n-dotierten Schicht und den Elektronenfehlstellen (Defektelektronen, Löchern) aus der p-dotierten Schicht statt.
- In diesem Bereich geht die Anzahl der Verfügbaren freien Ladungsträger aufgrund der Rekombination zurück. Demnach entsteht am pn-Übergang eine ladungsträgerarme Zone.

1.2.1 Der gemessene Widerstand ist direkt proportional zur Drahtlänge. Es ist  $R \sim \ell$ .

1.2.2 Aus dem Diagramm wird ein Wertepaar abgelesen, beispielsweise  $\ell = 40 \text{ cm}$  mit  $R = 1,2 \Omega$ . Gemäß dem Widerstandsgesetz ergibt sich durch Einsetzen des Wertepaares und des spezifischen Widerstandes von Konstantan der gesuchte Querschnitt:

$$R = \frac{\rho \cdot \ell}{A} \quad \Longleftrightarrow \quad A = \frac{\rho \cdot \ell}{R} = \frac{0,5 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 0,4 \text{ m}}{1,2 \Omega} \approx 0,17 \text{ mm}^2$$

1.2.3 Die Widerstandswerte betragen nur noch ein Viertel der ursprünglichen Werte. Begründung:

- In die Querschnittsfläche des Leiters geht der Durchmesser quadratisch ein ( $A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$ ). Der 2-fache Durchmesser sorgt also für die  $2^2 = 4$ -fache Querschnittsfläche.
- Da der Widerstand indirekt proportional zur Fläche ist, gehen die Werte bei vierfacher Querschnittsfläche auf ein Viertel zurück.



# Original-Prüfung Physik 2022

## MSA an Realschulen in Bayern



MSA 2023  
REALSCHULE



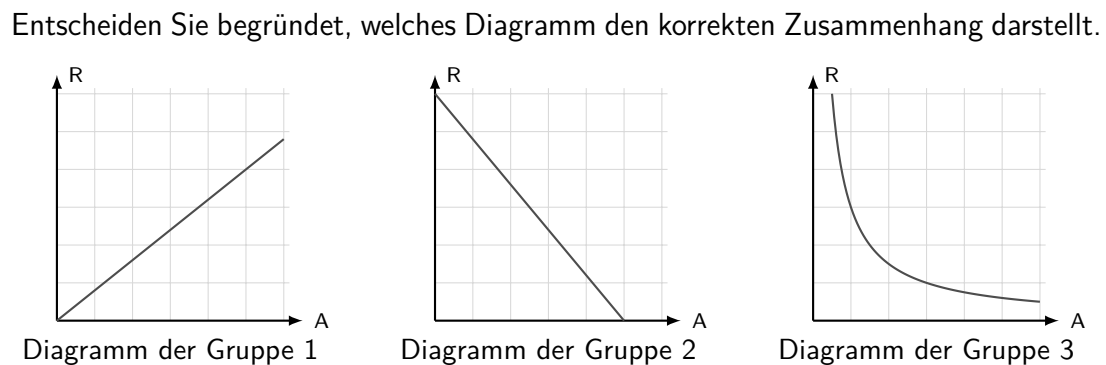
LASS DICH  
VON UNS  
COACHEN  
PFINGSTEN 2023  
IN MATHE, BWR, DEUTSCH  
ODER ENGLISCH



- 1.1.0 Bei einem Lernzirkel zum Widerstandsgesetz wird an Station 1 der Widerstand  $R$  eines Metalldrahtes ( $A = 0,096 \text{ mm}^2$ ) in Abhängigkeit von seiner Länge  $\ell$  bestimmt. Eine Gruppe von Schülerinnen und Schülern erhält folgende Messwerte:

$\ell$ in m	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50
$R$ in $\Omega$	1,6	3,1	4,6	6,2	7,8

- 1.1.1 Werten Sie den Versuch numerisch aus und formulieren Sie das Ergebnis.
- 1.1.2 Bestimmen Sie rechnerisch das Material des verwendeten Metalldrahtes.
- 1.2 An Station 2 verwenden die Gruppen gleichlange Konstantandrähte mit unterschiedlichem Durchmesser. Dabei wird der Zusammenhang zwischen dem Widerstand  $R$  und der Querschnittsfläche  $A$  der Drähte untersucht. Die grafischen Auswertungen von drei Gruppen sind unten abgebildet.



- 1.3 An Station 3 schließen die Gruppen einen Eisendraht an eine Elektrizitätsquelle mit konstanter Spannung an. Nach kurzer Zeit nimmt die gemessene Stromstärke allmählich ab. Erläutern Sie diese Beobachtung mithilfe des Teilchenmodells.
- 1.4.0 Eine LED ( $2,0 \text{ V}$ ;  $30 \text{ mA}$ ) wird mithilfe eines Vorwiderstandes in Durchlassrichtung an eine Gleichspannungsversorgung mit  $U_{\text{ges}} = 6,0 \text{ V}$  angeschlossen.
- 1.4.1 Zeichnen Sie die zugehörige Schaltskizze.
- 1.4.2 Berechnen Sie den Wert des verwendeten Vorwiderstandes, damit die LED mit ihrer Nennspannung betrieben wird.
- 1.4.3 Skizzieren Sie die Kennlinie einer LED in Durchlassrichtung in einem qualitativen  $I(U)$ -Diagramm.

- 1.1.1 Für die numerische Auswertung wird jeweils das Verhältnis von Widerstand zu Länge berechnet:

$\ell$ in m	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50
R in $\Omega$	1,6	3,1	4,6	6,2	7,8
$\frac{R}{\ell}$ in $\frac{\Omega}{m}$	5,3	5,2	5,1	5,2	5,2

Das Verhältnis des Widerstands zur Länge ist im Rahmen der Messunsicherheit gleich, sodass der elektrische Widerstand proportional zur Länge des Leiters ist:  $R \sim \ell$ .

- 1.1.2 Aus den Einzelwerten wird ein durchschnittlicher Wert bestimmt:

$$\overline{\left(\frac{R}{\ell}\right)} = \frac{1}{5} \cdot (5,3 + 5,2 + 5,1 + 5,2 + 5,2) \frac{\Omega}{m} = 5,2 \frac{\Omega}{m}$$

Aus diesem Wert und der Querschnittsfläche des Leiters wird der spezifische Widerstand bestimmt:

$$\rho = \overline{\left(\frac{R}{\ell}\right)} \cdot A = 5,2 \frac{\Omega}{m} \cdot 0,096 \text{ mm}^2 \approx 0,5 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{m}$$

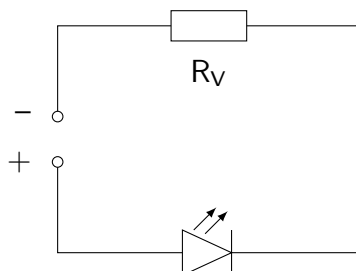
Bei dem verwendeten Material handelt es sich vermutlich um Konstantan.

- 1.2 Widerstand R und Querschnittsfläche A sind indirekt proportional zueinander, sodass der Zusammenhang zwischen beiden Größen im Diagramm durch einen Hyperbelast beschrieben wird. Dies ist im Diagramm der Gruppe 3 zu sehen, sodass dieses den korrekten Zusammenhang darstellt.

- 1.3 Erläuterung der Beobachtung:

- Durch Anlegen einer Spannung werden die Leitungselektronen in eine Driftbewegung versetzt.
- Bei dieser Bewegung wechselwirken die Elektronen mit den Atomrümpfen, welche um ihre Ruhelage schwingen.
- Durch den dabei stattfindenden Energieübertrag nimmt die Schwingung der Atomrümpfe zu, was sich in einer Erhöhung der Temperatur des Leiters äußert.
- Stärkere Schwingung führt zu stärkerer Wechselwirkung zwischen Elektronen und Atomrümpfen; die Driftbewegung der Elektronen wird stärker gehemmt.
- Das Resultat des beschriebenen Prozesses ist eine Zunahme des Widerstandes mit steigender Temperatur und damit auch eine Abnahme der Stromstärke.

- 1.4.1 Für die Schaltskizze muss beachtet werden, dass ein Vorwiderstand in Reihe mit der LED geschaltet wird und dass die Polarität der Spannungsversorgung korrekt gewählt wird, damit die LED in Durchlassrichtung geschaltet ist.



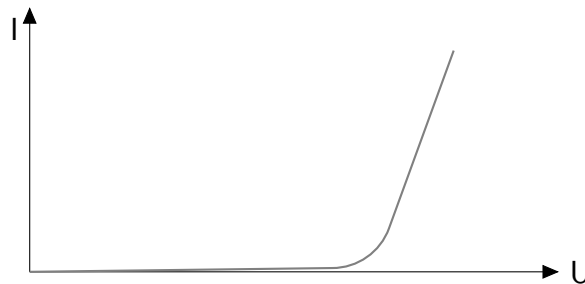
- 1.4.2 Da Widerstand und LED in Reihe geschaltet sind, entspricht die Summe der Spannungen beider Bauteile der Gesamtspannung, woraus folgt:

$$U_V = U_{\text{ges}} - U_{\text{LED}} = 6,0 \text{ V} - 2,0 \text{ V} = 4,0 \text{ V}$$

Die Stromstärke im Widerstand entspricht der der LED, sodass gemäß ohmschem Gesetz der Widerstand berechnet wird:

$$R_V = \frac{U_V}{I_{\text{LED}}} = \frac{4,0 \text{ V}}{30 \text{ mA}} = \frac{4,0 \text{ V}}{0,030 \text{ A}} \approx 133 \Omega \approx 0,13 \text{ k}\Omega$$

- 1.4.3 Die Stromstärke ist über einen weiten Spannungsbereich zunächst konstant, steigt oberhalb der Durchbruchspannung aber stark an:

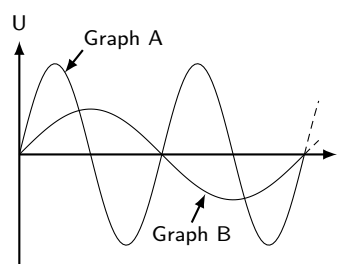
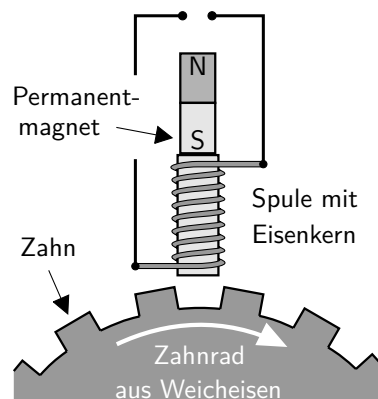


2.1.0 Bei modernen Fahrzeugen wird für jedes Rad mithilfe induktiver Sensoren ständig die Drehzahl gemessen. Die nebenstehende Zeichnung stellt den prinzipiellen Aufbau eines solchen Drehzahlsensors dar.

2.1.1 Erklären Sie die Entstehung einer Induktionsspannung an den Spulenenenden, wenn sich ein Zahn des Zahnrads am Sensor vorbeibewegt.

2.1.2 Bei der Messung der Induktionsspannung aus 2.1.1 ergeben sich bei zwei verschiedenen Drehgeschwindigkeiten des Zahnrads die rechts abgebildeten Graphen.

Entscheiden Sie begründet, welcher der beiden Graphen zu einer höheren Drehgeschwindigkeit bei sonst gleichen Bedingungen gehört.



2.2.0 Im Jahr 1886 errichtete der Erfinder William Stanley das erste mehrstufige Wechselspannungsnetz. Dabei wurde die Generatorspannung auf 3,0 kV hochtransformiert ( $\eta_{\text{Trafo}} = 0,78$ ) und die elektrische Energie über eine 1,2 km lange Leitung zur Ortschaft Great Barrington übertragen. Um dort beispielsweise eine Glühlampe zu betreiben, wurde die Spannung wieder heruntertransformiert.

2.2.1 Erstellen Sie eine Schaltskizze, die den prinzipiellen Aufbau des Übertragungssystems zeigt.

2.2.2 Der verwendete Generator gab eine elektrische Leistung von 18,4 kW ab. Zeigen Sie, dass in der Fernleitung ein Strom mit der Stärke von 4,7 A floss.

2.2.3 Die nicht nutzbare thermische Leistung der Fernleitung betrug 2,8 kW. Berechnen Sie den elektrischen Widerstand der Fernleitung.

2.2.4 Moderne Transformatoren weisen einen höheren Wirkungsgrad auf als die von Stanley verwendeten.

Nennen Sie zwei Maßnahmen, mit denen der Wirkungsgrad von Transformatoren grundsätzlich verbessert werden kann.

2.1.1 Erklärung:

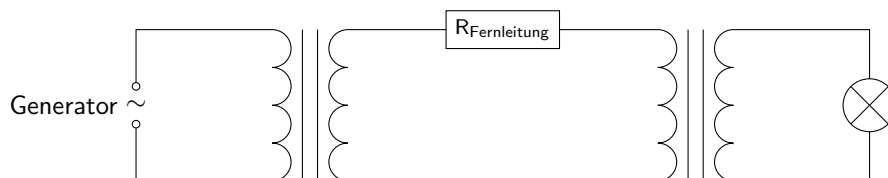
- In der Nähe der Spule wird das Zahnrad magnetisiert.
- Eine zeitliche Veränderung der Position eines Zahns (Bewegung des Zahnrad) führt zu einem zeitlich veränderlichen Abstand zwischen der Spule und dem Zahn.
- Diese Veränderung des Abstands führt zu einem zeitlich veränderlichen Magnetfeld, welches die Spule durchsetzt.
- Zeitliche Magnetfeldänderungen in der Spule führen zu einer Induktionsspannung, welche an den Spulenden registriert werden kann.

2.1.2 Eine höhere Drehgeschwindigkeit führt zu zwei Effekten:

- Schnellere Rotation entspricht einer schnelleren Abfolge von Lücken und Zähnen, was zu einer höheren Frequenz der Induktionsspannung führt. Diese äußert sich im Diagramm durch geringe zeitliche Abstände zwischen den Extremwerten.
- Schnellere Rotation führt auch zu einer schnelleren Änderung des Magnetfelds und damit zu einer betragsmäßig höheren Induktionsspannung. Im Diagramm zeigt sich dies durch betragsmäßig größere Extremwerte, also eine höhere Amplitude.

Sowohl eine höhere Frequenz, als auch eine höhere Amplitude ist in Graph A zu sehen, sodass dieser der höheren Drehgeschwindigkeit entspricht.

2.2.1 Die Generatorspannung wird mithilfe eines Transformators in die Fernleitung eingespeist. Für diese Fernleitung muss ein Widerstand  $R_{\text{Fernleitung}}$  berücksichtigt werden. Mit einem weiteren Transformator wird die Spannung dann wieder heruntertransformiert. In der Ortschaft wird damit eine Glühlampe betrieben. Schaltskizze:



2.2.2 Aus der Primärleistung (Generator) und dem Wirkungsgrad, kann zunächst die Sekundärleistung berechnet werden:

$$P_S = \eta_{\text{Trafo}} \cdot P_P = 0,78 \cdot 18,4 \text{ kW} \approx 14 \text{ kW}$$

Die Stromstärke im Sekundärstromkreis kann dann gemäß  $P = U \cdot I$  aus der Leistung und der Spannung berechnet werden:

$$I_F = \frac{P_S}{U_S} = \frac{14 \text{ kW}}{3,0 \text{ kV}} \approx 4,7 \text{ A}$$

2.2.3 Aus  $P = U \cdot I$  und dem ohmschen Gesetz folgt:

$$\begin{aligned} P &= U \cdot I = (R \cdot I) \cdot I = R \cdot I^2 \\ \Rightarrow R_F &= \frac{P_{\text{th}}}{I_F^2} = \frac{2,8 \text{ kW}}{(4,7 \text{ A})^2} \approx 0,13 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

## 2.2.4 Mögliche Maßnahmen:

- Kühlung der Spulen
- Verwendung von geblättern Eisenkernen
- Verwendung von Manteltransformatoren

# Original-Musterprüfung 2022 mit ausführlichen Lösungen



MSA 2023  
REALSCHULE



LASS DICH  
VON UNS  
COACHEN  
PFINGSTEN 2023  
IN MATHE, BWR, DEUTSCH  
ODER ENGLISCH

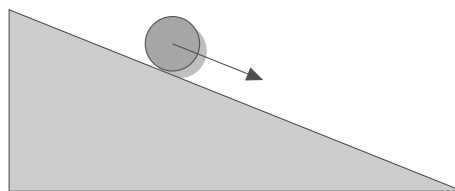




- 1.1.0 In einem Experiment rollt eine Kugel ( $m = 200 \text{ g}$ ) reibungsfrei eine schiefe Ebene hinunter.

Dabei wird mit einem digitalen Auswertungsprogramm der zurückgelegte Weg  $s$  in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  gemessen.

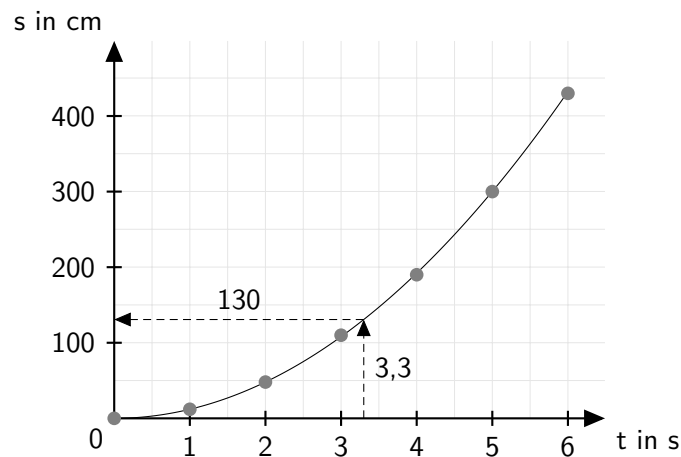
Es ergeben sich folgende Messwerte:



$t$ in s	0	1,0	2,0	3,0	4,00	5,00	6,00
$s$ in cm	0	12	48	110	190	300	430

- 1.1.1 Werten Sie die Messwerttabelle in einem  $s(t)$ -Diagramm grafisch aus und ermitteln Sie aus diesem den zurückgelegten Weg nach  $t = 3,3 \text{ s}$ .
- 1.1.2 Zeigen Sie rechnerisch mithilfe eines Messwertepaares aus der Tabelle, dass gilt:  
 $a_{\text{Kugel}} = 0,24 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .
- 1.1.3 Berechnen Sie den Impuls der Kugel nach  $t = 6,0 \text{ s}$ .
- 1.2.0 Ein Pkw einschließlich Fahrer ( $m_{\text{ges}} = 1,5 \text{ t}$ ) bewegt sich innerhalb einer Ortschaft konstant mit der Geschwindigkeit  $v = 48 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Der Fahrer erhält eine Textnachricht und blickt verbotenerweise für zwei Sekunden auf sein Handy.
- 1.2.1 Berechnen Sie den Weg, den der Pkw in dieser Zeit zurücklegt.
- 1.2.2 Zeigen Sie rechnerisch, dass der Pkw eine kinetische Energie von  $0,13 \text{ MJ}$  besitzt.
- 1.2.3 Durch den Blick auf das Handy verliert der Fahrer die Kontrolle über sein Fahrzeug. Es kommt daraufhin von der Straße ab und rollt eine Böschung hinauf. Berechnen Sie die Höhe, die das Fahrzeug bei Vernachlässigung von Reibung maximal erreichen kann.
- 1.2.4 Begründen Sie, welche Höhe das Fahrzeug mit der doppelten Geschwindigkeit bei Vernachlässigung von Reibung höchstens erreichen könnte.

## 1.1.1 Erstellen eines s(t)-Diagramms:



Mithilfe des Diagramms bestimmt:

$$s = 130 \text{ cm bei } t = 3,3 \text{ s}$$

## 1.1.2 Wertepaar aus Tabelle: z. B. (4,0 s/190 cm). Anhand dieses Wertepaars gilt für die Beschleunigung:

$$a = \frac{2 \cdot s}{t^2} = \frac{2 \cdot 1,90 \text{ m}}{(4,0 \text{ s})^2} \approx 0,24 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

## 1.1.3 Aus der ermittelten Beschleunigung und der Zeit von 6,0 s wird zunächst die zugehörige Geschwindigkeit bestimmt:

$$v = a \cdot t = 0,24 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 6,0 \text{ s} \approx 1,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Aus der Masse der Kugel (200 g = 0,200 kg) und der Geschwindigkeit wird nun der Impuls bestimmt:

$$p = m \cdot v = 0,200 \text{ kg} \cdot 1,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,28 \text{ Ns}$$

1.2.1 Aus der Geschwindigkeit  $v = 48 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 48 : 3,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 13 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  und der Zeit  $t = 2 \text{ s}$  wird der zurückgelegte Weg bestimmt:

$$s = v \cdot t = 13 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 2,0 \text{ s} = 26 \text{ m}$$

1.2.2 Die kinetische Energie ergibt sich aus der Masse  $m = 1,5 \text{ t} = 1500 \text{ kg}$  und der ermittelten Geschwindigkeit:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{PKW}} \cdot v_{\text{PKW}}^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \left(13 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \approx 0,13 \text{ MJ}$$

## 1.2.3 Die kinetische Energie wird komplett in potentielle Energie umgewandelt. Daher gilt:

$$E_{\text{kin}} = E_{\text{pot}} = m_{\text{PKW}} \cdot g \cdot h \Rightarrow h = \frac{E_{\text{kin}}}{m_{\text{PKW}} \cdot g}$$

Setzt man die entsprechenden Werte ein, folgt:

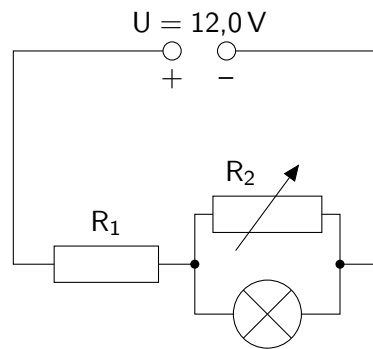
$$h = \frac{E_{\text{kin}}}{m_{\text{PKW}} \cdot g} = \frac{0,13 \cdot 10^6 \text{ J}}{1,5 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \approx 8,8 \text{ m}$$

1.2.4 Das Fahrzeug könnte die vierfache Höhe, also rund 36 m erreichen.

Begründung:

- Die Geschwindigkeit  $v$  ist doppelt so groß.
- Die kinetische Energie  $E_{\text{kin}}$  des Fahrzeugs ist direkt proportional zum Quadrat der Geschwindigkeit  $v$ , ist also um einen Faktor  $2^2 = 4$  größer.
- Die kinetische Energie wird vollständig in potenzielle Energie umgewandelt, sodass auch die potenzielle Energie viermal so groß ist.
- Da die Höhe direkt proportional zur potenziellen Energie ist, ist auch die Höhe viermal so groß.

- 2.1.0 In einem Schülerexperiment wird eine Glühlampe L ( $4,0\text{ V}$ ;  $2,8\text{ W}$ ) entsprechend nebenstehender Skizze geschaltet. Der Widerstand  $R_1$  hat einen Wert von  $10\ \Omega$ .

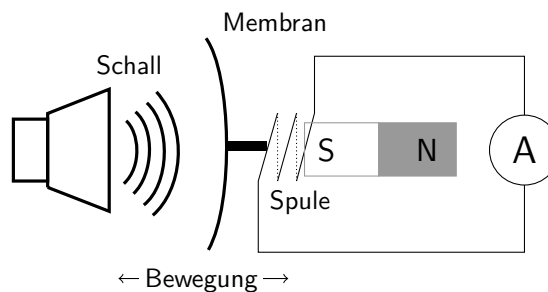


- 2.1.1 Zu Beginn ist der veränderbare Widerstand  $R_2$  auf den Wert  $20\ \Omega$  eingestellt. Im Anschluss daran wird dieser verringert. Begründen Sie, wie sich die Helligkeit der Glühlampe dadurch verändert.

- 2.1.2 Berechnen Sie den Wert, auf den der veränderbare Widerstand  $R_2$  eingestellt werden muss, um die Glühlampe mit ihren Nenndaten zu betreiben.

- 2.2.0 Nebenstehende Skizze zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Tauchspulenmikrofons.

Trifft Schall auf die Membran, wird eine mit ihr fest verbundene Spule im Magnetfeld eines ortsfesten Dauermagneten hin und her bewegt.



- 2.2.1 Die Spule bewegt sich nach rechts. Begründen Sie die Änderung der Anzeige am Messgerät.
- 2.2.2 Durch einen Ton schwingt die Spule periodisch um ihre Ruhelage. Zeichnen Sie ein idealisiertes  $I(t)$ -Diagramm für zwei Perioden.
- 2.2.3 Nennen Sie zwei bauliche Veränderungen am Tauchspulenmikrofon, um die angezeigte Stromstärke aus 2.2.1 zu erhöhen.
- 2.2.4 Nach kurzer Zeit kommt die Spule auch ohne Reibungseffekte zur Ruhe. Begründen Sie dies unter Zuhilfenahme der Regel von Lenz.

## 2.1.1 Die Glühlampe leuchtet weniger hell.

Begründung:

- Wird der Widerstand  $R_2$  verkleinert, so verkleinert sich der Ersatzwiderstand der Parallelschaltung von  $L$  und  $R_2$ .
- An dieser Parallelschaltung fällt somit eine kleinere Spannung ab.
- Durch den geringeren Spannungsabfall verringert sich auch die Stromstärke durch die Glühlampe.
- Weniger Stromstärke bedeutet, dass die Lampe weniger hell leuchtet.

2.1.2 Aus der Spannung und der Leistung kann zunächst gemäß  $P = U \cdot I$  die Stromstärke bestimmt werden:

$$I_L = \frac{P}{U} = \frac{2,8 \text{ W}}{4,0 \text{ V}} = 0,70 \text{ A}$$

Die Gesamtstromstärke entspricht der im Widerstand  $R_1$ , da der Stromkreis hier noch unverzweigt ist. Dieser Wert  $I_1$  wird aus den gegebenen Spannungen und dem Widerstand  $R_1$  ermittelt:

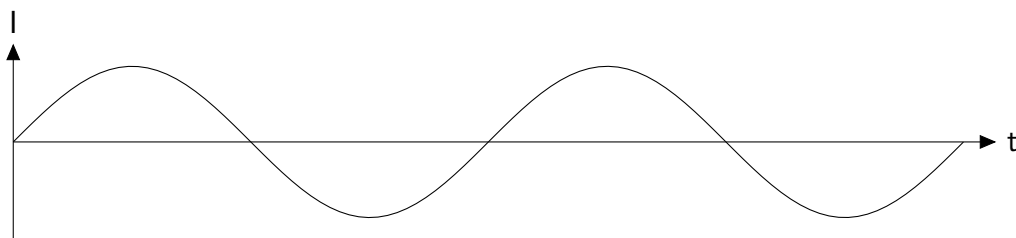
$$I_{\text{ges}} = I_1 = \frac{U_{\text{ges}} - U_L}{R_1} = \frac{12,0 \text{ V} - 4,0 \text{ V}}{10 \Omega} = 0,80 \text{ A}$$

Der Widerstand  $R_2$  ergibt sich nach ohmschen Gesetz nun aus der Spannung  $U_2$ , welche  $U_L$  entspricht und der Differenz der ermittelten Stromstärken:

$$R_2 = \frac{U_2}{I_{\text{ges}} - I_L} = \frac{4,0 \text{ V}}{0,80 \text{ A} - 0,70 \text{ A}} = 40 \Omega$$

## 2.2.1 Begründung der Änderung der Anzeige am Messgerät:

- Bewegt sich die Spule nach rechts, ergibt sich eine zeitliche Änderung des Magnetfelds, welches die Spule ausgehend vom Magneten durchsetzt.
- Dadurch wird in der Spule eine Spannung induziert.
- Die Induktionsspannung bewirkt im geschlossenen Stromkreis einen Induktionstrom, welche auf der Anzeige des Messgerätes erfasst werden kann.

2.2.2 Idealisertes  $I(t)$ -Diagramm:

## 2.2.3 Mögliche Veränderungen:

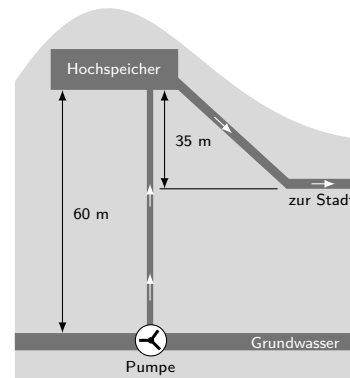
- Verwendung eines stärkeren Magneten
- Erhöhung der Windungszahl der Spule (bei gleichbleibendem Widerstand)

- Verwendung von Spulendrähten mit größerem Durchmesser (bei gleicher Windungszahl)

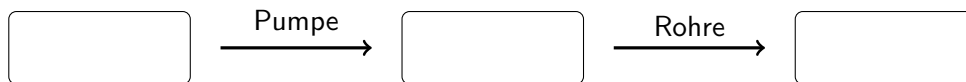
#### 2.2.4 Erklärung:

- Der Induktionsstrom in der Spule fließt nach der Regel von Lenz so, dass er mit seinem Magnetfeld der Induktionsursache entgegenwirkt.
- Nähert sich die Spule an den Magneten an erfolgt damit eine Abstoßung, beim Entfernen vom Magneten eine Anziehung zwischen Spule und Magnet.
- Dies führt zu einer Abbremsung der Bewegung der Spule.

- 3.1.0 Zur Trinkwasserversorgung Augsburgs wird Grundwasser durch Pumpen in einen 60 m höher gelegenen Hochspeicher mit einem maximalen Fassungsvermögen von 25 Millionen Litern befördert (vgl. nebenstehende Skizze). Bei Bedarf wird dieses Wasser an die 35 m tiefer gelegene Stadt abgegeben.



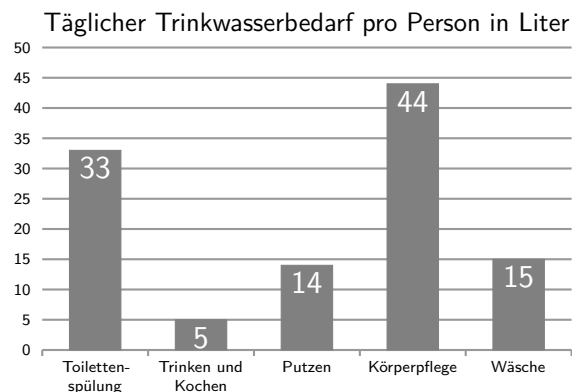
- 3.1.1 Bestimmen Sie die Hubarbeit, die durch die Pumpen für eine vollständige Füllung des Hochspeichers verrichtet werden muss.
- 3.1.2 Ergänzen Sie in der nachfolgenden Energieumwandlungskette die hauptsächlich vorliegenden Energieformen.



- 3.1.3 Erläutern Sie den Nutzen des Hochspeichers aus energetischer Sicht.

- 3.1.4 In der Realität wird darauf geachtet, dass aus dem Hochspeicher höchstens 35 % seines maximalen Fassungsvermögens abgegeben werden. Bestimmen Sie mithilfe nebenstehender Grafik<sup>1</sup> die Anzahl der Vier-Personen-Haushalte, die mit dieser Wassermenge theoretisch täglich versorgt werden könnten.

[Teilergebnis:  $V_{\text{verfügbar}} = 8,8 \cdot 10^6 \ell$ ]



- 3.1.5 Um den Hochspeicher wieder aufzufüllen, stehen zwei Pumpen zur Verfügung, die pro Sekunde jeweils  $62 \ell$  Wasser fördern. Berechnen Sie die tägliche Betriebsdauer der beiden Pumpen, um die Versorgung der Vier-Personen-Haushalte zu gewährleisten.
- 3.1.6 Nennen Sie zwei Maßnahmen, um den täglichen Wasserbedarf zu reduzieren.
- 3.1.7 Tatsächlich können mit dem verfügbaren Volumen von  $8,8 \cdot 10^6 \ell$  weit weniger als die in 3.1.4 berechneten Haushalte versorgt werden. Geben Sie hierfür zwei mögliche Ursachen an.

<sup>1</sup> Die Daten des Hochspeichers Bismarck-Turm zur Trinkwasserversorgung wurden durch die Stadtwerke Augsburg (UNESCO Welterbe Wassermanagement-System) freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

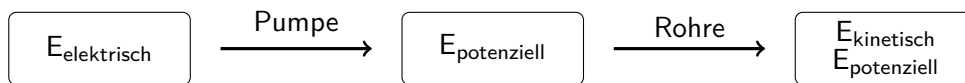
- 3.1.1 Die Gesamtmasse des Wassers ergibt sich aus dem Volumen des Speichers und der Dichte von Wasser:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = \rho \cdot V_{\text{Speicher}} = 1,00 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 25 \cdot 10^6 \text{ dm}^3 = 25 \cdot 10^6 \text{ kg}$$

Damit ergibt sich die benötigte Hubarbeit:

$$W_{\text{Hub}} = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot g \cdot h = 25 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 60 \text{ m} \approx 15 \text{ GJ}$$

- 3.1.2 Energieumwandlungskette:



- 3.1.3 Wenn der Hochspeicher durch die Pumpen bereits gefüllt wurde, hat das Wasser aufgrund der erhöhten Lage ausreichend viel potenzielle Energie, dass diese bei Bedarf in kinetische Energie umgewandelt werden kann und so das Wasser auch ohne weitere Pumpen in die Stadt fließen kann.
- 3.1.4 Aus dem Diagramm kann die Summe des Verbrauchs pro Person bestimmt werden. Multipliziert mit vier ergibt sich der Bedarf eines Vier-Personen-Haushalts:

$$V_{\text{Haushalt}} = 4 \cdot (33 + 5 + 14 + 44 + 15) \ell = 444 \ell$$

Das zur Verfügung stehende Wasser ergibt sich aus Vorgabe, dass maximal 35 % aus dem Speicher abgegeben werden:

$$V_{\text{verfügbar}} = 0,35 \cdot 25 \cdot 10^6 \ell \approx 8,8 \cdot 10^6 \ell$$

Teilt man das verfügbare Wasser durch den Bedarf pro Haushalt ergibt sich die Anzahl der Haushalte, die theoretisch versorgt werden können:

$$n = \frac{V_{\text{verfügbar}}}{V_{\text{Haushalt}}} = \frac{8,8 \cdot 10^6 \ell}{444 \ell} \approx 20 \cdot 10^3$$

- 3.1.5 Die Betriebsdauer ergibt sich aus der Menge des Wassers, die zur Verfügung gestellt wird, geteilt durch die Förderleistung der beiden Pumpen kombiniert:

$$t = \frac{8,8 \cdot 10^6 \ell}{2 \cdot 62 \frac{\ell}{\text{s}}} \approx 20 \text{ h}$$

- 3.1.6 Mögliche Maßnahmen:

- Einbau von Flussminderer bei Dusche und Waschbecken
- Einbau einer modernen Wasserspülung mit geringerem Wasservolumen



- Verwendung wassersparender Programme sowie volle Befüllung von Geschirrspüler und Waschmaschine
- zügige Reparatur tropfender Wasserhähne

### 3.1.7 Mögliche Ursachen:

- Der Wasserspeicher versorgt nicht ausschließlich Privathaushalte, sondern auch industrielle Betriebe mit einem deutlich höheren Wasserbedarf.
- Im Sommer werden Gärten bewässert und führen zu erhöhtem Bedarf.
- Im Freizeitbereich werden stark erhöhte Wasserbedarfe gefordert (z.B. Schwimmbäder, Eisbahnen).

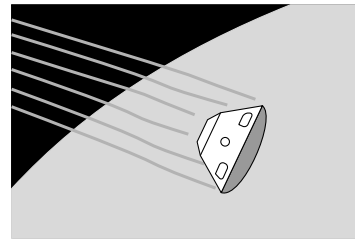
- 1.1.0 In einem Experiment wird in einem Fallturm auf der Erde die Fallstrecke  $s$  eines im Vakuum fallenden Körpers in Abhängigkeit von der Fallzeit  $t$  ermittelt. Die Fallstrecke wird hierbei vom Abwurfpunkt nach unten gemessen.

Es ergeben sich folgende Messwerte:

$t$ in s	0	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
$s$ in m	0	1,2	4,9	11,0	19,6	30,7

- 1.1.1 Stellen Sie in einer neuen Tabelle die Fallstrecke  $s$  in Abhängigkeit vom Quadrat der Fallzeit  $t^2$  dar.
- 1.1.2 Begründen Sie mithilfe einer numerischen Auswertung der Tabelle aus 1.1.1, dass es sich bei der Bewegung des Körpers um einen freien Fall handelt.
- 1.1.3 Das Experiment aus 1.1.0 wird mit einem zweiten Körper mit der doppelten Masse bei sonst gleichen Bedingungen wiederholt. Erläutern Sie, ob sich diese doppelte Masse auf die gemessene Fallstrecke auswirkt.

- 1.2.0 Im Februar 2021 erreichte eine unbemannte Mission der NASA die Oberfläche des Planeten Mars. Die Raumkapsel trat bei der Landung mit  $5417 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  in die Marsatmosphäre ein und bremste innerhalb von 4,0 min infolge der Reibung an den Gasmolekülen auf eine Geschwindigkeit von  $420 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  ab.



- 1.2.1 Berechnen Sie die Beschleunigung der Raumkapsel während dieser Phase des Bremsmanövers.
- 1.2.2 Bestimmen Sie durch Rechnung die bei diesem Bremsmanöver entwertete kinetische Energie der Raumkapsel ( $m = 1020 \text{ kg}$ ).
- 1.2.3 Begründen Sie, dass die Entwertung der kinetischen Energie in Teilaufgabe 1.2.2 keinen Widerspruch zum Prinzip der Energieerhaltung darstellt.
- 1.2.4 Ein Teil der Mars-Mission ist eine kleine Helikopter-Drohne. Während eines Erkundungsfluges der Drohne setzt in einer Höhe von 7,4 m kurzzeitig der Antrieb aus, so dass sie für 1,4 s infolge der sehr dünnen Marsatmosphäre im freien Fall zu Boden stürzt ( $g_{\text{Mars}} = 3,69 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ).

Berechnen Sie die Fallstrecke  $s$  der Drohne.

1.1.1 Tabelle mit Fallstrecke  $s$  und Quadrat der Zeit  $t^2$ :

$t^2$ in $s^2$	0	0,25	1,00	2,25	4,00	6,25
$s$ in m	0	1,2	4,9	11,0	19,6	30,7
$\frac{s}{t^2}$ in $\frac{m}{s^2}$	—	4,8	4,9	4,89	4,90	4,91

1.1.2 Numerische Auswertung: siehe dritte Zeile der Tabelle in Teilaufgabe 1.1.1.

Der Quotient von  $s$  und  $t^2$  ist im Rahmen der Messunsicherheit konstant, es gilt  $s \sim t^2$ , womit es sich bei der Bewegung des Körpers um einen freien Fall handelt.

1.1.3 Die veränderte Masse wirkt sich nicht auf die gemessene Fallstrecke aus. Begründung:

- Beim freien Fall handelt es sich um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung.
- Für diese Bewegungen gilt:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$
- Die Fallstrecke  $s$  hängt somit nicht von der Masse des fallenden Körpers ab.

1.2.1 Die Beschleunigung ergibt sich aus der Änderung der Geschwindigkeit und der zugehörigen verstrichenen Zeit:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{420 \frac{m}{s} - 5417 \frac{m}{s}}{4,0 \cdot 60 s} \approx -21 \frac{m}{s^2}$$

1.2.2 Die entwertete Energie entspricht der Differenz der kinetischen Energie hinterher und vorher:

$$E_{\text{entwertet}} = \Delta E_{\text{kin}} = \frac{m}{2} \cdot (v_2^2 - v_1^2) = \frac{1020 \text{ kg}}{2} \cdot \left( 420^2 \frac{m^2}{s^2} - 5417^2 \frac{m^2}{s^2} \right) \approx -14,9 \text{ GJ}$$

Die Energieentwertung beträgt 14,9 GJ.

1.2.3 Begründung:

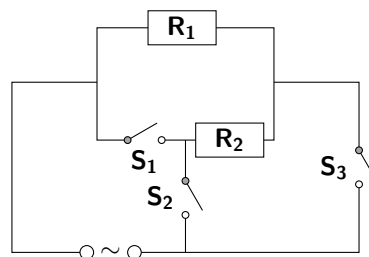
- Durch den Eintritt in die Atmosphäre des Mars wird an der Raumkapsel Reibungsarbeit verrichtet
- In der Folge nimmt die innere Energie des Hitzeschildes der Kapsel als auch die innere Energie der die Kapsel umgebenden Gase zu.
- Die Zunahme der inneren Energien entspricht der Abnahme der kinetischen Energie, wodurch kein Widerspruch zum Prinzip der Energieerhaltung entsteht.

1.2.4 Die Fallstrecke ergibt sich aus der Zeit und der Fallbeschleunigung des Mars:

$$s = \frac{1}{2} \cdot g_{\text{Mars}} \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 3,69 \frac{m}{s^2} \cdot (1,4 s)^2 \approx 3,6 \text{ m}$$

Die Fallstrecke  $s$  beträgt somit 3,6 m.

- 2.1.0 In einer elektrischen Heizung sind zwei Heizwiderstände  $R_1 = 65\ \Omega$  und  $R_2$  über drei Schalter an das Haushaltsnetz  $U = 230\text{ V}$  angeschlossen. Je nach Schaltung dieser Widerstände sind drei unterschiedliche Heizstufen einstellbar.

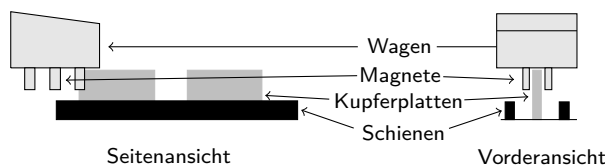


- 2.1.1 Kreuzen Sie in nachfolgender Tabelle die Schalterstellungen (auf oder zu) für eine Reihenschaltung und eine Parallelschaltung beider Widerstände an.

	Schalter 1		Schalter 2		Schalter 3	
<b>Reihenschaltung</b>	<input type="checkbox"/> auf	<input type="checkbox"/> zu	<input type="checkbox"/> auf	<input type="checkbox"/> zu	<input type="checkbox"/> auf	<input type="checkbox"/> zu
<b>Parallelschaltung</b>	<input type="checkbox"/> auf	<input type="checkbox"/> zu	<input type="checkbox"/> auf	<input type="checkbox"/> zu	<input type="checkbox"/> auf	<input type="checkbox"/> zu

- 2.1.2 Begründen Sie, durch welche Schaltung der Widerstände die größte Heizstufe ermöglicht wird.
- 2.1.3 Berechnen Sie den Wert des Widerstands  $R_2$ , wenn die Parallelschaltung der beiden Widerstände eine Heizleistung von  $1,3\text{ kW}$  besitzt.  
[Teilergebnis:  $I_{\text{ges}} = 5,7\text{ A}$ ]
- 2.1.4 Aufgrund eines mechanischen Fehlers werden die Schalter  $S_1$  und  $S_2$  gleichzeitig geschlossen. Erläutern Sie die Folge dieses Fehlers.

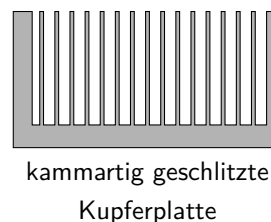
- 2.2.0 In der Skizze ist der schematische Aufbau der Bremsen einer Achterbahn dargestellt. Bei dieser Bremsanlage sind zwischen den Schienen Kupferplatten und am Wagen der Achterbahn Dauermagnete angebracht. Beim Bremsvorgang bewegen sich die Magnete an den Kupferplatten vorbei.



- 2.2.1 Begründen Sie mithilfe der Regel von Lenz die Funktionsweise dieser Bremsen, wenn die vordersten Magnete die erste Kupferplatte erreichen (s. Skizze).
- 2.2.2 Ein Kaufmann der Herstellerfirma der Achterbahn schlägt vor:

„Um die Materialkosten für die Kupferplatten zu verringern, könnten wir kammartig geschlitzte Kupferplatten einsetzen.“

Beurteilen Sie die Idee des Kaufmanns aus physikalischer Sicht.



## 2.1.1 Vollständige Tabelle:

	Schalter 1		Schalter 2		Schalter 3	
<b>Reihenschaltung</b>	<input checked="" type="checkbox"/> auf	<input type="checkbox"/> zu	<input type="checkbox"/> auf	<input checked="" type="checkbox"/> zu	<input checked="" type="checkbox"/> auf	<input type="checkbox"/> zu
<b>Parallelschaltung</b>	<input type="checkbox"/> auf	<input checked="" type="checkbox"/> zu	<input checked="" type="checkbox"/> auf	<input type="checkbox"/> zu	<input type="checkbox"/> auf	<input checked="" type="checkbox"/> zu

## 2.1.2 Die größte Heizstufe wird bei einer Parallelschaltung der beiden Widerstände der Fall. Begründung:

- Die Heizleistung  $P_{el} = U_{ges} \cdot I_{ges}$  hängt von der Gesamtspannung und der Gesamtstromstärke ab.
- Da die Gesamtspannung gleich bleibt, hängt die Heizleistung allein von der Gesamtstromstärke.
- Die Gesamtstromstärke ist maximal, wenn der Gesamtwiderstand minimal ist.
- Dies ist bei einer Parallelschaltung der beiden Widerstände der Fall.

## 2.1.3 Aus der Gesamtleistung und der Spannung wird zunächst die Gesamtstromstärke bestimmt:

$$I_{ges} = \frac{P_{el}}{U_{ges}} = \frac{1,3 \text{ kW}}{230 \text{ V}} \approx 5,7 \text{ A}$$

Aus Spannung und Gesamtstromstärke kann nun der Gesamtwiderstand bestimmt werden:

$$R_{ges} = \frac{U_{ges}}{I_{ges}} = \frac{230 \text{ V}}{5,7 \text{ A}} \approx 40 \Omega$$

Für die Parallelschaltung der Widerstände gilt dann:

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_{ges}} - \frac{1}{R_1} = \frac{1}{40 \Omega} - \frac{1}{65 \Omega} = 0,10 \text{ k}\Omega$$

## 2.1.4 Aufgrund des Fehlers kommt es zu einem Kurzschluss im Heizgerät. Dies hätte zur Folge, dass die Sicherung im Haushalt den Stromkreis unterbricht.

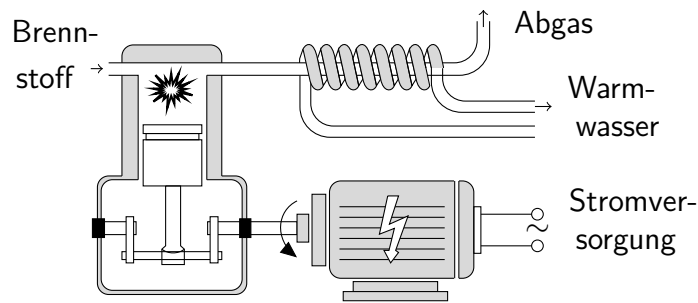
## 2.2.1 Begründung der Funktionsweise:

- Sobald die vordersten Magnete die erste Kupferplatte erreichen, ändert sich zeitlich das Magnetfeld, das die Kupferplatte durchsetzt.
- Deshalb werden in der ersten Kupferplatte Wirbelströme induziert.
- Diese Wirbelströme erzeugen ein Magnetfeld, das nach der Regel von Lenz der Ursache der Magnetfeldänderung (hier: Bewegung des Wagens) entgegenwirkt.
- Beim Annähern des Wagens sind somit die Magnetfelder entgegengesetzt gerichtet, die deshalb eine abstoßende Kraftwirkung verursachen und den Wagen bremsen.

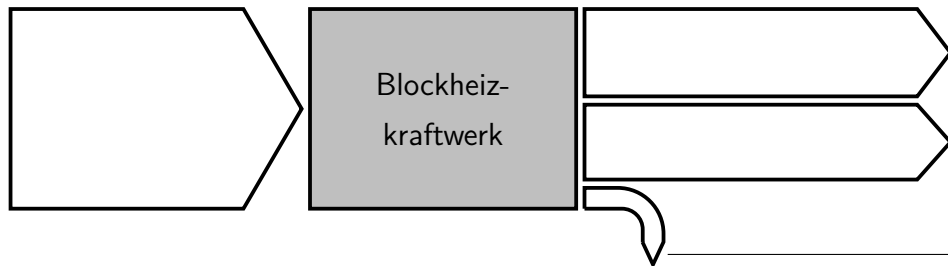
## 2.2.2 Beurteilung:

- Aufgrund der Schlitze werden nur kleinere Wirbelströme in den Platten induziert.
- Das dadurch erzeugte Magnetfeld ist deshalb schwächer.
- Dadurch ist die Bremswirkung geringer und der Bremsweg des Wagens länger.

- 3.0 Ein Mehrfamilienhaus wird von einem Blockheizkraftwerk mit Warmwasser und elektrischem Strom versorgt.

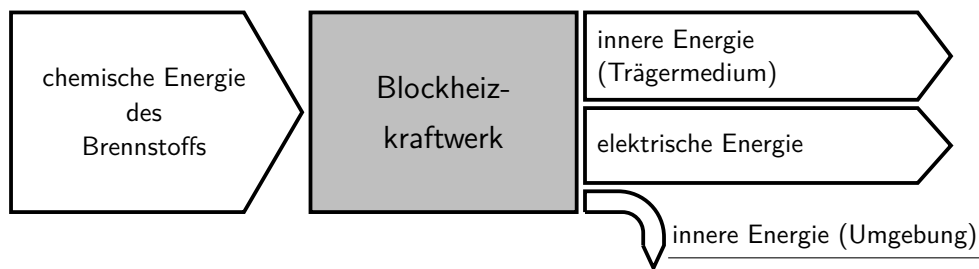


- 3.1 Beschriften Sie die vier Pfeile des untenstehenden Energieflussdiagramms.



- 3.2 Ein Blockheizkraftwerk nutzt die Kraft-Wärme-Kopplung und ist somit ein Beispiel für ein gekoppeltes Kraftwerkssystem. Erläutern Sie den Begriff „Kraft-Wärme-Kopplung“.
- 3.3 Nennen Sie zwei Vorteile der Nutzung eines Blockheizkraftwerks.
- 3.4 Bei der Warmwasseraufbereitung werden  $2,0 \text{ m}^3$  Wasser von  $42^\circ\text{C}$  auf  $78^\circ\text{C}$  erwärmt. Der thermische Wirkungsgrad des Kraftwerks beträgt  $50\%$ . Bestätigen Sie durch Rechnung, dass dafür eine Energie von  $0,17 \text{ MWh}$  zugeführt werden muss.
- 3.5 Der Heizwert des verwendeten Brennstoffs beträgt  $9,8 \text{ kWh}$  pro Liter. Berechnen Sie das Volumen des im Motor verbrannten Brennstoffs.
- 3.6 Das Blockheizkraftwerk ( $P_{\text{el}} = 12 \text{ kW}$ ) speist im Mittel  $3600$  Stunden pro Jahr überschüssige elektrische Energie in das Verbundnetz ein, wofür eine Vergütung von  $7,2$  Cent pro Kilowattstunde gezahlt wird. Ermitteln Sie den ausgezahlten Betrag.
- 3.7 Nennen Sie eine Möglichkeit, ein Mehrfamilienhaus  $\text{CO}_2$ -neutral mit Wärme und elektrischer Energie zu versorgen.

## 3.1 Beschriftetes Diagramm:



3.2 Bei der Kraft-Wärme-Kopplung wird die bei der Umwandlung in elektrische Energie anfallende innere Energie des Trägermediums weiter genutzt, z. B. für Gebäudeheizung und Warmwasseraufbereitung.

## 3.3 Mögliche Vorteile:

- Höherer Gesamtwirkungsgrad durch Nutzung der Abwärme
- Unabhängigkeit vom Versorger (Strom, Fernwärme)
- Möglichkeit der Notstromversorgung

3.4 Die zur Warmwasseraufbereitung genutzte Energie ergibt sich aus dem Temperaturunterschied, der Masse und der Wärmekapazität des Wassers.

$$E_{\text{nutz}} = c \cdot m \cdot \Delta\theta = 4,182 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2,0 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 36^\circ\text{C} \approx 0,30 \text{ GJ}$$

Die dafür nötige zuzuführende Energie berechnet sich aus dem Wirkungsgrad:

$$E_{\text{zu}} = \frac{E_{\text{nutz}}}{\eta} = \frac{0,30 \text{ GJ}}{0,50} = 0,60 \text{ GJ} = 0,17 \text{ MWh}$$

3.5 Das benötigte Volumen des Brennstoffs ergibt sich aus dem Brennwert und der nötigen zugeführten Leistung:

$$V = \frac{W_{\text{th}}}{H} = \frac{1,7 \cdot 10^2 \text{ kWh}}{9,8 \frac{\text{kWh}}{\ell}} = 17 \ell$$

3.6 Aus der Zeit und der eingespeisten Leistung ergibt sich die gesamte zugeführte Energie:

$$E_{\text{el}} = P_{\text{el}} \cdot t = 12 \text{ kW} \cdot 3600 \text{ h} = 43 \cdot 10^3 \text{ kWh}$$

Daraus kann der ausgezahlte Betrag bestimmt werden:

$$\text{Ausgezahlter Betrag: } 43 \cdot 10^3 \text{ kWh} \cdot 0,072 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 3,1 \cdot 10^3 \text{ €}$$

## 3.7 Möglichkeiten:

- Installation von Sonnenkollektoren für Warmwasserversorgung (Wärme) und Photovoltaik (elektrische Energie)
- Betrieb des Blockheizkraftwerks mit regenerativem Brennstoff (z. B. Pflanzenöl)

## PERFEKT VORBEREITET AUF DEN MSA 10. Klasse Bayern 2023



- ✓ Original-Prüfungsaufgaben mit Lösungen 2015 - 2022
- ✓ Anschauliche, ausführliche und nachvollziehbare Lösungswege
- ✓ Ideal zur Vorbereitung auf einzelne Arbeiten während des Schuljahres
- ✓ Übersicht zu den einzelnen Prüfungsthemen mit Seitenangabe
- ✓ Digitalisierte Original-Prüfungen, Schritt für Schritt vorgerechnet
- ✓ Zusätzlich insgesamt 24 Musterprüfungen mit Lösungen

## Mathe II/III - Trainer Realschule MSA 2023



- ✓ Neue **Lernplattform** mit geschütztem Mitgliederbereich
- ✓ Themenbezogene, kurze, verständliche Lernvideos
- ✓ Individuelles Online-Coaching
- ✓ Prüfungsvorbereitung Online
- ✓ Immer auf dem aktuellsten Stand

Alle weiteren Informationen auf [www.lern.de](http://www.lern.de)



Bestell-Nr. :  
EAN 9783743001015

Realschule 10. Klasse | Mittlerer Schulabschluss | Bayern



lern.de Bildungsgesellschaft mbH  
lernverlag  
Fürstenrieder Straße 52  
80686 München  
E-Mail: kontakt@lern-verlag.de