

28. Sächsische Physikolympiade

1. Stufe

Die Sächsische Physikolympiade wird für die Klassenstufen 6 bis 10 als dreistufiger Wettbewerb durchgeführt. Alle Schülerinnen und Schüler der sächsischen Gymnasien sind aufgerufen, sich an der 1. Stufe zu beteiligen. Knobelt, rechnet und experimentiert zu Hause und gebt eure Lösungen bis spätestens

15. November 2026

bei eurer Physiklehrkraft ab. Jeder Teilnehmende erhält eine Urkunde. Die Besten aus deiner Region erhalten die Chance, zur 2. Stufe (Regionalwettbewerb) am 16. März 2027 noch einmal Wissen und Geschick unter Beweis zu stellen. Die Teilnehmenden wetteifern dabei um die Qualifizierung zur Teilnahme am Landesfinale in Chemnitz am 23. und 24. April 2027.

Viel Spaß und Erfolg wünschen euch das Organisations-Team vom „Verein zur Förderung der Sächsischen Physikolympiade e.V.“ – und natürlich ... euer Physli!



Hinweise: Die Lösungen müssen in jedem Falle vollständig begründet werden. Ein Antwortsatz allein genügt nicht. Die Aneignung über den Schulstoff hinausgehenden Wissens aus Büchern, Internet, etc. ist ausdrücklich erwünscht. Gleichzeitig gilt der Grundsatz ehrlicher wissenschaftlicher Arbeit. Die eigentliche Aufgabenlösung ist von jedem Teilnehmenden selbständig zu finden und zu formulieren. Benutzte Quellen sind anzugeben!

Vielen Dank unseren Sponsoren:



Deutsche Physikalische Gesellschaft



Wilhelm und Else Heraeus Stiftung

Freistaat Sachsen

Staatsministerium für Kultus

Sächsisches Staatsministerium für Kultus



Initiative Südwestsachsen e.V.

28. Sächsische Physikolympiade

1. Stufe

Klassenstufe 6

Aufgabe 280611 – Schwebbern... mal anders! – Experimentalaufgabe –

Physli ist das experimentierfreudige und manchmal etwas tollpatschige Maskottchen der Sächsischen Physikolympiade. Bei seinen wissenschaftlichen Untersuchungen ist ihm ein Missgeschick passiert: Es fiel ihm seine Wasserflasche um, zerbarst und ergoss sich über das gerade mühsam erstellte Protokoll seines neuesten Forschungsvorhabens. Beim Aufwischen kam ihm der Gedanke, wie schnell sich eigentlich eine Flasche bei unterschiedlich großen Öffnungen entleeren würde.

Hilf Physli dabei, den Ausflussvorgang von Wasser aus einer Trinkflasche in Abhängigkeit von der Größe des unteren Ausflusslochs zu untersuchen. Verwende eine mit Wasser gefüllte PET-Flasche (Volumen: 1,5 l; Flaschenform und Halterung wie in Abbildung 1), die du kontrolliert – „kopfüber“ – auslaufen lässt.

Gehe nun folgendermaßen vor:

- Beschrifte die Flasche mit einer geeigneten Längenskala von unten nach oben, damit du die Strecke s , welche die Wasseroberfläche beim Auslaufen des Flascheninhalts in der Zeit t zurücklegt, protokollieren kannst. Fotografiere deinen Versuchsaufbau und füge das Foto deiner Lösung bei. Fertige nun eine Messwerttabelle für s in Abhängigkeit von t für zwei verschieden große Ausflusslöcher (Durchmesser d_1 und d_2 im Bereich von 2 mm...3 mm) wie in folgender Beispiel-Tabelle an:

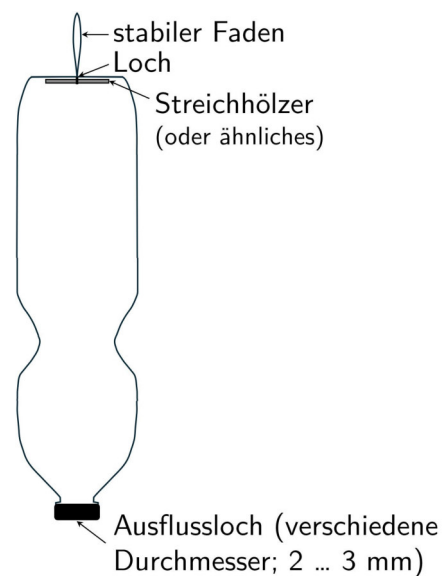


Abbildung 1: Möglicher Versuchsaufbau - die Aufhängung der Flasche kann zum Beispiel mithilfe eines stabilen Fadens und eines Streichholzes erfolgen

t in s	gemessene Strecke	
	s in mm für $d_1 = \dots$	s in mm für $d_2 = \dots$
0		
5		
10		
...		

(Hinweis: Es ist eine Empfehlung aller 5s zu messen. Wähle selbst geeignete Zeiten. Probiere dazu vorher einmal aus, wie viel Zeit vergeht, bis die Flasche vollständig entleert ist.)

- Begründe, dass neben dem unteren Ausflussloch ein weiteres Loch (im Flaschenboden) nötig ist, selbst wenn du dieses nicht für die Aufhängung der Flasche selbst benötigst.
- Stelle nun die ermittelten Messwertpaare grafisch für beide Lochgrößen gemeinsam in einem $s(t)$ -Diagramm¹ dar.
Zeichne für beide Lochgrößen d_1 und d_2 jeweils eine Ausgleichskurve² in das Diagramm ein. Eine solche Kurve liegt möglichst nahe an den Messpunkten, ohne sie geradlinig miteinander zu verbinden.
- Beschreibe den Verlauf des Graphen. Vergleiche dabei auch die Verläufe der beiden Graphen und begründe die Unterschiede. Erkläre im Graphen auftretende Besonderheiten.

(Hinweis: Achte beim Experimentieren auf eine nachhaltige Vorgehensweise und überlege dir, wie du das Wasser in den Versuchsschritten wiederverwenden kannst.)

¹ $s(t)$ -Diagramm, d.h. ein Koordinatensystem, in welchem die horizontale Achse die Zeit t in s und die vertikale Achse die Strecke s in mm beschreibt. Teile die Achsen geeignet ein und zeichne die Messpunkte (jeweils bestehend aus einer t -Koordinate und einer s -Koordinate) ein - so wie du es bereits aus dem Mathematikunterricht kennst.

²Hinweise dazu findest du auf: <https://www.leifiphysik.de/tipps-und-tricks/allgemeines-und-hilfsmittel/grundwissen/auswerten-von-diagrammen-einfuehrung>

Aufgabe 280612– Schattenspielereien

– Experimentalaufgabe –

Beim Besuch im Fußballstadion hat Physli die Beobachtung gemacht, dass durch die vielen Lichtquellen viele Schatten bei den Spielern entstehen, die unterschiedliche Helligkeiten haben. Bei der Untersuchung der Schatten, die an lichtundurchlässigen Körpern von langen Leuchtstofflampen oder der Sonne erzeugt werden, ist das irgendwie anders.

Physli möchte dies genauer untersuchen. Hilf Physli beim Experimentieren und Forschen. Verwende vier möglichst punktförmige Lichtquellen (z. B. Handylampen, Taschenlampen,...). Stelle diese in einer Reihe nebeneinander auf einer glatten, möglichst hellen Unterlage (vgl. Abbildung 2) auf. Dabei sollten sich die Lichtquellen nur knapp oberhalb der Experimentierunterlage befinden. In ca. 20 cm Entfernung zu den Lichtquellen stellst du eine etwa 5 cm breite Karte (z. B. mithilfe von etwas Knetmasse) auf. Die Karte kann eine Spielkarte oder einfach eine 5 cm breite Pappkarte sein. Ihre Höhe ist unbedeutend.

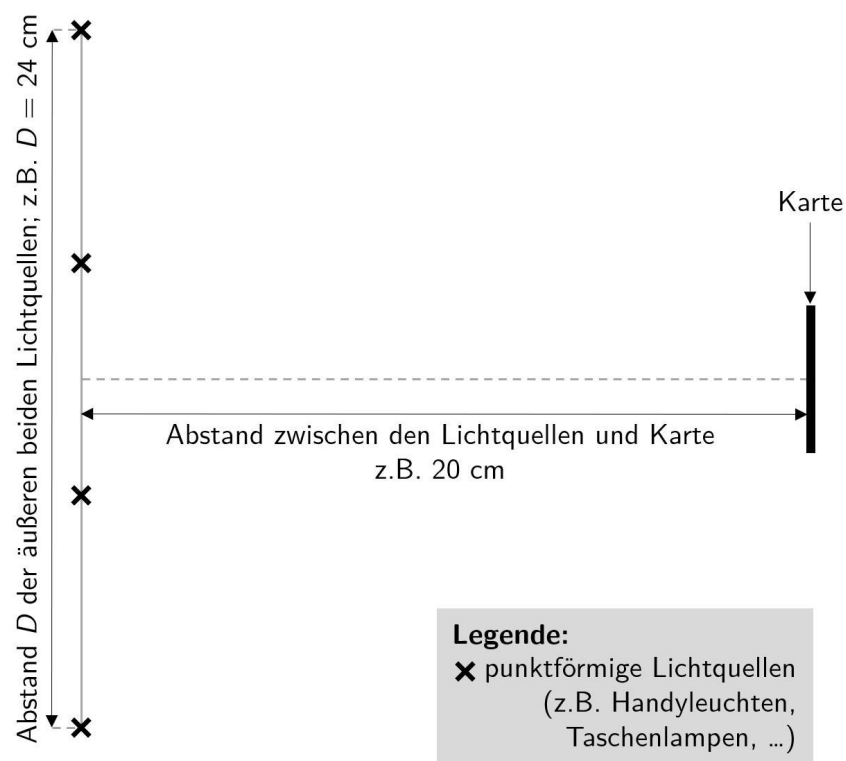


Abbildung 2: Versuchsaufbau (senkrecht von oben skizziert): Stelle die vier punktförmigen Lichtquellen (z. B. Handyleuchten, Taschenlampen, ...) in einer Linie nebeneinander auf und positioniere die Spielkarte zentral vor den Lichtquellen. (Die Skizze ist nicht maßstabsgerecht.)

a) Betrachte die Schatten und zeichne das Schattenbild mit unterschiedlichen Bleistiftschraffurstärken im Maßstab 1:2. Schraffiere den Kernschatten besonders dunkel. In den folgenden beiden Abbildungen (vgl. Abbildung 3 und 4) ist das Experiment noch einmal anschaulich (senkrecht von oben skizziert) dargestellt. Darin sind die folgenden Größen markiert, aber noch unbeschriftet:

- Abstand D der äußeren Lichtquellen
- Abstand a der Lichtquellen zur Spitze des Kernschattens
- Breite d der Karte
- Breite b des Kernschattens in einer Entfernung y von der Karte

Beschrifte D , a , d , b und y in den Abbildungen 3 und 4.

Miss die Längen dieser Strecken in deiner eigenen Konstruktion nach und gib sie an. Wähle dabei für y eine sinnvolle, beliebige Entfernung von der Karte.

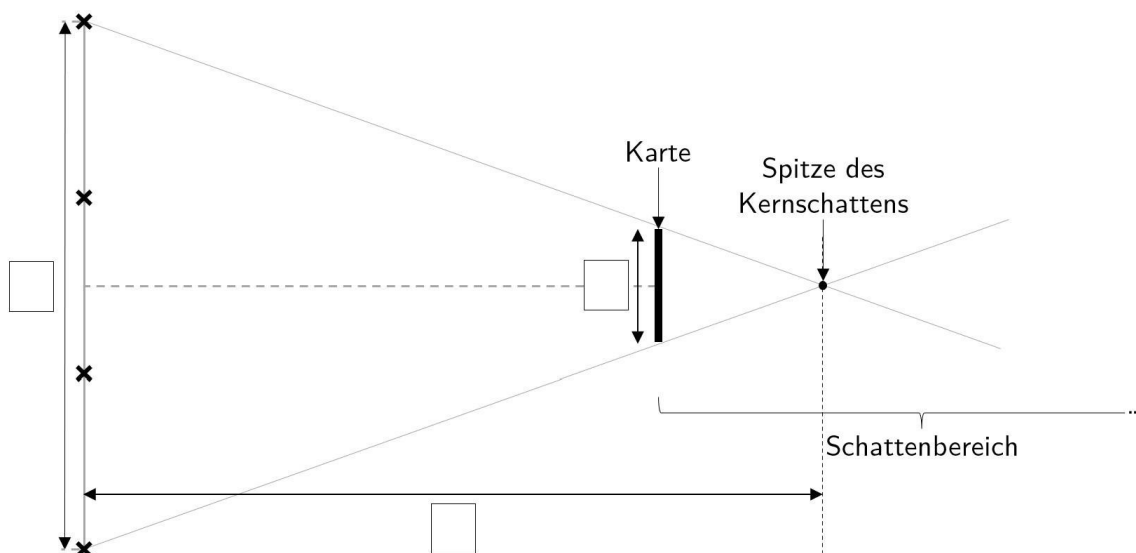


Abbildung 3: Schattenbildung der äußeren Lichtquellen

Wenn du z.B. ein weißes Blatt Papier als Projektionsfläche senkrecht zur Experimentierunterlage im Abstand y zur Karte in den Kernschatten hältst, hat der Kernschatten auf dem Blatt Papier die Breite b .

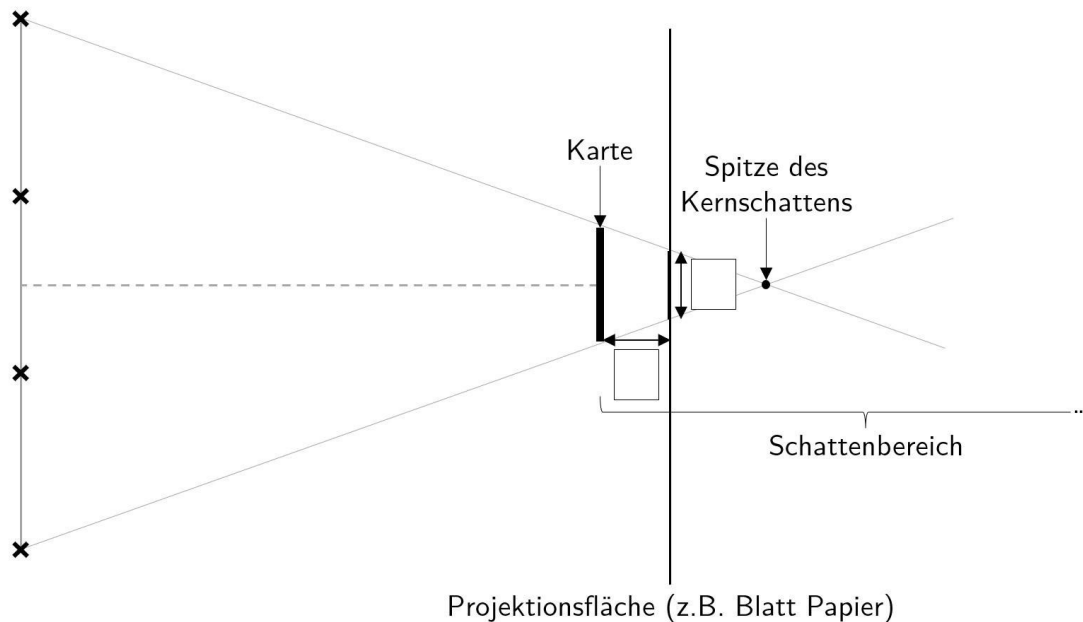


Abbildung 4: Schattenbildung der äußeren Lichtquellen auf der Projektionsfläche

- b) Zeichne in einem neuen Bild die Schatten, den eine über die Länge D ausgedehnte Lichtquelle hinter der Karte erzeugen würde (bei gleichem Maßstab und gleicher Position der Karte). Orientiere dich dabei z. B. an Schatten, die durch die Sonne erzeugt werden. Begründe, dass der Schatten so aussieht.
- c) Physli hat nun die geniale Idee, die Entfernung der Erde zur Sonne zu ermitteln, wobei er den Schatten der Karte verwendet, den diese bei Sonnenlicht erzeugt. Mithilfe von mathematischen Tricks, die du in Klasse 8 kennen lernst, ergibt sich folgende Gleichung:

$$a = \frac{y \cdot D}{d - b}$$

- Überprüfe die Gültigkeit der Gleichung mithilfe deiner Messungen aus Aufgabe a). Welche der Größen konntest du (sicher) mit einer Genauigkeit von 1 mm messen?
- Für das Experiment benötigst du einen Helfer. Halte die Karte senkrecht zum einfallenden Sonnenlicht. Miss am besten mit einem gespannten Faden den Abstand y der Karte zum Kernschatten und die Breite b des Kernschattens. Begründe, dass du b mehrmals messen musst. Bilde den Mittelwert von b .³
Der Sonnendurchmesser beträgt 1 393 700 km. Berechne mithilfe dieser Angabe den (ungefähren) Abstand a der Sonne zur Erde.

³Hinweis: Du kannst die Genauigkeit der Messung der Kernschattenbreite b verbessern, indem du mit dem Handy die Helligkeit misst. Nutze dazu zum Beispiel die App phyphox.

Aufgabe 280613 – Spitzengeschwindigkeit

Physli hat kürzlich gelesen, dass die Spitzen von Windradflügeln enorme Geschwindigkeiten erreichen können. Das findet er spannend und möchte es genauer untersuchen.

Zuerst möchte er die Bewegung eines rotierenden (= sich drehenden) Körpers genauer verstehen. In der Abstellkammer findet er einen Pappteller von der letzten Gartenfeier. Diesen möchte er für einen einfachen Versuch nutzen.

Suche auch du dir einen Pappteller (oder nutze z. B. eine runde Scheibe aus Pappe mit einem Durchmesser von wenigstens 20 cm), um Physlis kleines Experiment ebenfalls durchführen zu können.

Der Pappteller soll sich im Modellversuch wie ein Windrad drehen. Dazu muss erst einmal der Mittelpunkt gefunden werden...

- a) Ermittle möglichst exakt den Mittelpunkt deines Papptellers. Beschreibe nachvollziehbar, wie du dabei vorgehst.

Steche anschließend einen dünnen Stab (z. B. einen Holzspieß) in den Mittelpunkt ein und fixiere diesen so, dass du den Teller um den Mittelpunkt drehen kannst.

Zeichne einen Radius (= Strecke vom Mittelpunkt zum Rand) auf deiner Pappscheibe ein. Markiere nun im Abstand von $r_1 = 2\text{ cm}$, $r_2 = 4\text{ cm}$, $r_3 = 6\text{ cm}$ und $r_4 = 8\text{ cm}$ zum Mittelpunkt jeweils einen deutlich sichtbaren Punkt auf dem Radius.

- b) Drehe nun die Scheibe und beobachte die Punkte. Beschreibe deine Beobachtungen. Gehe dabei darauf ein, wo sich der äußerste Punkt befindet, wenn der innerste Punkt gerade wieder an seinem Ausgangspunkt ankommt.

Physli möchte nun wissen, welchen Weg die Punkte jeweils bei einer Umdrehung zurücklegen. Dazu zeichnet er mithilfe eines Zirkels die zurückgelegten Wege auf die Scheibe und misst die Länge dieser Wege mithilfe eines Fadens.

- c) Miss auch du, genauso wie Physli, für jeden Punkt den Weg, den er bei einer Umdrehung zurücklegt. Notiere deine Messwerte übersichtlich.
- d) Fotografiere deinen Versuchsaufbau und füge das Foto deiner Lösung bei.



Abbildung 5: Foto eines Windrads. **Quelle:** https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Windrad_Seligweiler.jpg

Jetzt interessiert Physli, wie schnell sich die einzelnen Punkte bewegen. Als eingefleischter Physiker weiß er, dass in der Physik der Begriff Geschwindigkeit anstelle von "Schnelligkeit" verwendet wird und diese folgendermaßen definiert ist:

$$\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{zurückgelegter Weg}}{\text{benötigte Zeit}}$$

Mit den Formelzeichen

- v für Geschwindigkeit
- s für den zurückgelegten Weg
- t für die dafür benötigte Zeit

ergibt sich die Formel

$$v = \frac{s}{t}$$

Angenommen, die Pappscheibe dreht sich innerhalb einer Sekunde genau einmal vollständig um den Mittelpunkt.

- e) Gib die Geschwindigkeiten der einzelnen Punkte für diesen Fall an. Notiere sie übersichtlich.

Physli interessiert sich nun dafür, wie die Geschwindigkeit eines Punktes vom Abstand r des Punktes vom Mittelpunkt abhängt.

- f) Berechne für jeden Punkt den Quotienten $\frac{\text{Geschwindigkeit}}{\text{Abstand vom Mittelpunkt}} = \frac{v}{r}$.
Gib an, was dir dabei auffällt.

Mit diesem Wissen kann jetzt berechnet werden, wie schnell sich die Spitze eines Windradflügels tatsächlich bewegt.

- g) Recherchiere, wie lang der Flügel eines modernen Windrads ist und wie viele Umdrehungen ein solcher Flügel bei Wind pro Sekunde absolviert. Gib auch die Quelle(n) dieser Informationen an.
- h) Berechne mithilfe deiner Erkenntnisse die Geschwindigkeit der Spitze eines solchen Windradflügels und vergleiche sie mit der Geschwindigkeit, die ein Fahrzeug auf der Landstraße maximal fahren darf.