

GESUCHT: DAS PERFEKTE BLASROHR

HINWEISE FÜR LEHRENDE

ÜBERBLICK

Die Versuchsreihe „Gesucht: das perfekte Blasrohr“ besteht aus drei Arbeitsblättern („Forscherblättern“). Vor den Forschungsaufgaben steht die Konstruktion einer besonderen Blasrohrvariante. Das Energie-Labor sollte erst nach dem Blasrohr-Labor bearbeitet werden.

DAS PERFEKTE BLASROHR 1 – DIE KONSTRUKTION

Hier geht es um den Bau einer Blasrohrvariante, die mechanisch funktioniert, also ohne dass man selbst blasen muss. Die Schülerinnen und Schüler (im Folgenden immer SuS) sollen dadurch die Funktionsweise eines mechanischen Blasrohres kennenlernen und insbesondere den Umgang damit üben. Es werden zur Konstruktion einfach zu bearbeitende Materialien eingesetzt, sodass keine elektrischen Geräte mit Netzstecker notwendig sind.

DAS PERFEKTE BLASROHR 2 – DAS BLASROHR-LABOR

Hier werden erste Untersuchungen am selbst gebauten mechanischen Blasrohr durchgeführt. Diese können auch an einem gewöhnlichen Blasrohr erfolgen, das mechanische bietet jedoch den Vorteil, dass die Versuchsbedingungen nach der Übungsphase annähernd gleich bleiben und es „hygienischer“ ist. Die Bedeutung der einzelnen Bauteile und Materialien wird näher erarbeitet und es werden Forschungsaufträge zum Finden optimaler Parameter gestellt. Es ist zu erwarten, dass sich die einzelnen Gruppen unterschiedlichen Fragestellungen zuwenden und diese individuell bearbeiten.

DAS PERFEKTE BLASROHR 3 – DAS ENERGIE-LABOR

Bei diesem Forscherblatt können die SuS einerseits physikalische Untersuchungen mit unterschiedlichen, kreativen Untersuchungsansätzen an ihrem Blasrohr durchführen. Andererseits sind auch Untersuchungen von Materialien und Bauarten möglich.

WICHTIGE HINWEISE – BITTE BEACHTEN

Beim Einsatz von Werkzeugen müssen die Richtlinien für Sicherheit im Unterricht beachtet werden. Je nach Altersstufe und Vorerfahrungen kann das Arbeiten nur unter Aufsicht bzw. Teilaufsicht erfolgen.

Allerdings ist gerade diese Versuchsreihe ohne gefährliche Werkzeuge durchzuführen. Die Gefahr kann allenfalls vom Blasrohr selbst ausgehen! Weisen Sie deshalb alle SuS ausdrücklich darauf hin, dass beim Gebrauch der Blasrohre niemals ins Gesicht von Lebewesen gezielt werden darf.

METHODISCH-DIDAKTISCHE HINWEISE

DAS PERFEKTE BLASROHR 1 – DIE KONSTRUKTION

Die Bauanleitung gibt einen Konstruktionsweg für das mechanische Blasrohr vor. Die einzelnen Arbeitsschritte werden erklärt und die Ergebnisse auf Abbildungen dargestellt, an denen sich die SuS orientieren können. Das Prinzip des Blasrohres beruht auf Luftdruck, der mit der großen Kugel im Stabilo-Blasrohr aufgebaut wird. Es ist damit vergleichbar dem Funktionsprinzip eines Luftgewehrs mit Federspeicher.

PRAXISTIPP

Es empfiehlt sich, dass Sie das Blasrohr aus dem Stabilo vorab selbst bauen, um den SuS beim Absägen gezielt helfen zu können und um selbst damit zu üben.

In der Konstruktionsphase ist es sinnvoll, dass alle etwa im gleichen Tempo vorankommen. Anschließend folgt die Übungsphase, in der der Umgang mit

dem mechanischen Blasrohr verbessert wird. Dies bildet die Grundlage für die später folgenden Untersuchungen, die nach Möglichkeit immer unter gleichen Bedingungen durchgeführt werden sollen.

MATERIALIEN

Die Forscher-Checkliste des Arbeitsblattes enthält die für jede Gruppe benötigten Materialien und Werkzeuge. Aus unserer Erfahrung geben wir Ihnen darüber hinaus folgende Empfehlungen.

Überprüfen Sie, ob die vorgesehenen Stabilos tatsächlich leer sind. Bei Restmengen von Farbe im Stabilo wird es beim Aufsägen zwangsläufig zu Verschmutzungen kommen. In diesem Fall empfehlen wir Ihnen, den Tisch mit einer Unterlage zu schützen und den SuS Haushaltshandschuhe zur Verfügung zu stellen. Nach dem Aufsägen muss das Stabilrohr vor den nächsten Konstruktionsschritten gründlich mit Wasser ausgespült werden.

Legen Sie alle Materialien auf einem Tisch bereit, sodass sich die einzelnen Gruppen ihre Sachen selber holen können. Grundregel: Jeder bringt die Werkzeuge dorthin zurück, wo er sie geholt hat.

PRAXISTIPP

Haushaltshandschuhe erhalten Sie im Supermarkt oder Drogeriemarkt. Als Unterlage können Sie alte Zeitschriften oder Verpackungen nutzen, auf die Sie ein kleines Holzbrett als Sägeunterlage legen.

ZEITBEDARF

Dieses Forscherblatt ist für eine Doppelstunde konzipiert. Die SuS sollten auf jeden Fall wissen, zu welcher Uhrzeit sie mit dem Aufräumen und Säubern der Arbeitsplätze beginnen müssen.

PRAXISTIPP

Damit bis zur nächsten Forschungsstunde kein Unfug mit den Blasrohren getrieben wird, organisieren Sie für jede Gruppe einen eigenen Karton oder eine eigene beschriftbare Box zur Aufbewahrung der Bauteile und deponieren Sie diese in einem abschließbaren Schrank.

NACH ABSCHLUSS DER KONSTRUKTIONSPHASE

Die Konstruktion des mechanischen Blasrohres ist das erste Ziel dieser Einheit. Genauso wichtig ist es, das Blasrohr zu testen und den Umgang zu üben. Um das Üben in geordnete Bahnen zu lenken, bieten sich eine Zielscheibe und ein kleiner Wettbewerb mit Distanzmessung an. Gerade im spielerischen Bereich messen die SuS untereinander gern ihre Fähigkeiten.

PRAXISTIPP

Eine kleine Belohnung oder Auszeichnung für die beste Schützin oder den besten Schützen erhöht die Motivation.

DAS PERFEKTE BLASROHR 2 – DAS BLASROHR-LABOR

Mit dem selbst gebauten mechanischen Blasrohr können die SuS eigene Untersuchungen zur Optimierung von Material, Bedienung und Konstruktion vornehmen. Dabei ist es sinnvoll, Überprüfungen mit dem Blasrohr mehrfach durchzuführen und aus den Ergebnissen einen Durchschnittswert zu ermitteln, da diese im Einzelfall auch von der Geschicklichkeit der SuS im Umgang mit dem Blasrohr abhängen können. Die im Forscherblatt genannten Fragen dienen zur Anregung. Sie müssen nicht alle bearbeitet werden, auch die Reihenfolge können die Gruppenmitglieder selbst festlegen. Es ist ebenfalls in Ordnung, wenn Gruppen andere Untersuchungen anstellen wollen. Wir halten es für wichtig, hier die Eigenständigkeit zu fördern und zu unterstützen.

PRAXISTIPP

Verdeutlichen Sie den SuS, wie wichtig insbesondere bei der Ermittlung von Durchschnittswerten eine sorgfältige Laborbuchführung ist.

Sollte sich eine Gruppe an einer Frage „festbeißen“, wägen Sie ab, ob Sie das zulassen oder den SuS empfehlen, zu einem – vielleicht auch offenen – Abschluss zu kommen und sich einer neuen Frage zuzuwenden.

MATERIALIEN

Die benötigten Materialien sind in der Forscher-Checkliste des Arbeitsblattes aufgelistet. Wir empfehlen, dass Sie alle Materialien auf einem Tisch bereitlegen,

sodass sich die einzelnen Gruppen ihre Sachen selber holen können. Grundregel: Jeder bringt die Werkzeuge und nicht benötigten Materialien dorthin zurück, wo er sie geholt hat.

PRAXISTIPPS

Definieren Sie gemeinsam mit Ihren SuS, was man unter einem guten Schuss verstehen soll: möglichst weit oder möglichst genau? Wir schlagen vor, erst einmal die Weite als Grundlage für die Bearbeitung der Forschungsfragen zu nutzen.

Zur Auswertung der Versuche und natürlich zur Dokumentation empfiehlt es sich, eine Handykamera oder eine Digitalkamera zu nutzen. Die Videos können darüber hinaus auch mit einer entsprechenden Software bearbeitet werden, um zum Beispiel eine Zeitlupenaufnahme zu generieren.

ZEITBEDARF

Die Gruppen werden einige Doppelstunden mit diesem Forscherblatt beschäftigt sein.

MÖGLICHE ERGEBNISSE DER EXPERIMENTIERPHASE

Es gehört zum Forschen dazu, dass man Zusammenhänge herstellt und Begründungen sucht. Insbesondere die Entwicklung von Verbesserungsmöglichkeiten kann bei verschiedenen Gruppen unterschiedlich lange dauern. Manche Gruppen geben sich mit einer einzigen Lösung zufrieden, andere versuchen akribisch, die Wirkungen unterschiedlicher Anpassungsideen in irgendeiner Art und Weise messbar zu machen. Es ist dabei aber stets gewünscht, dass die SuS bei ihren Untersuchungen Vermutungen über Zusammenhänge aufstellen und diese sinnvoll begründen, auch wenn eine vollständige Argumentation nicht immer auf Schülerniveau erfolgen kann. Bei den Versuchsreihen werden folgende Faktoren für die Beeinflussung der Güte des Blasrohres deutlich:

Je weiter die kleine Papierkugel in die Tintenpatrone hineingeschoben wird, umso höher ist die Reichweite. Dies liegt daran, dass der Weg zur Beschleunigung bei einer Kugel, die man am vorderen Ende des Blasrohres platziert, wesentlich kürzer wäre und damit auch der im Stabilo aufgebaute Druck teilweise ungenutzt entweichen würde. Jetzt könnten die SuS auf die Idee kommen, eine ganz lange Tintenpatrone zu nutzen. Dadurch würde jedoch der Weg für den Druckaufbau mit der großen Kugel im Stabilorohr kürzer und die kleine Kugel hätte einen längeren Weg mit Reibung bis zum Austritt aus dem Blasrohr zurückzulegen. Es

gilt also, die optimale Länge der Tintenpatrone bei maximaler Einstecktiefe der kleinen Papierkugel zu ermitteln.

Die Wassermenge, die vom Papier aufgesaugt wird, führt ebenfalls zu einer notwendigen Abwägung: Je mehr Wasser aufgesaugt wird, desto besser kann die Papierkugel an die Rundung der Tintenpatrone angepasst werden. Der Raum zwischen Papierkugel und Tintenpatrone wird besser abgedichtet, wodurch der aufgebaute Druck nur durch Beschleunigung und Austritt der Papierkugel abgebaut werden kann. Bei einer trockenen Papierkugel könnte die im Stabilo angestaute Luft dagegen durch die Hohlräume entweichen. Andererseits führt viel Wasser auch zu einer Gewichtszunahme, die die Reichweite des Fluges reduziert. Die SuS werden jedoch feststellen, dass dies nur einen äußerst geringen Einfluss hat und die Abdichtung wesentlich entscheidender ist.

Zu einer ähnlichen Schlussfolgerung bei der Abwägung zwischen Abdichtung und Gewicht werden die SuS auch in Bezug auf die Größe der Papierkugeln kommen. Die Frage, welches Papier sich am besten eignet, wird nicht eindeutig zu beantworten sein, da es zu viele Produkte auf dem Markt gibt. Allgemein kann man sagen: Imprägnierte und steife Papiere sind schwierig zu nutzen. Sehr gute Ergebnisse erhält man z. B. mit Papiertaschentüchern, da diese eine sehr hohe Saugkraft und damit Wasseraufnahme besitzen und gut formbar sind. Damit passt sich die gerollte Kugel optimal der Form des Stabilos an.

Der Forschungsauftrag zum Variieren der Rohrlänge beim Stabilorohr kann nur zum systematischen Kürzen der Länge führen. Dabei werden die SuS feststellen: je kürzer der Stabilo ist, desto weniger Druck kann im Innern aufgebaut werden, was zu einer Abnahme der Leistung führt.

DAS PERFEKTE BLASROHR 3 – DAS ENERGIE-LABOR

Auch dieses Arbeitsblatt enthält klar beschriebene Forschungsaufträge, die jedoch in deutlich unterschiedlicher Weise bearbeitet werden können. Insbesondere bei der Entwicklung von Messeinrichtungen zur Feststellung physikalischer Größen können die SuS zu völlig verschiedenen Lösungsansätzen kommen. Schwächere Gruppen bleiben bei der mehr oder weniger

phänomenologischen Beschreibung von Zusammenhängen, stärkere Gruppen können Theorien aufstellen und Thesen überprüfen.

Auch für eine erfahrene Lehrkraft ist es in diesem Stadium nichts Ungewöhnliches, nicht sofort alle Schülerfragen beantworten zu können. Sie und Ihre SuS betreten einen Bereich, in dem man nicht mehr „alles wissen“ kann. Hier entstehen Neugierde und der Drang zum Forschen – genau das, was wir erreichen wollen.

MATERIALIEN

Sie sollten mindestens eine Woche vorher mit den Gruppen absprechen, welche Materialien untersucht bzw. zum Bau weiterer Blasrohre genutzt werden sollen, um diese entsprechend besorgen zu können.

LINKS

Mögliche Bezugsquellen, zum Beispiel für Plexiglasrohre unterschiedlicher Durchmesser und Längen als Ersatz für den Stabilo, finden Sie unter dem Link www.sfz-bw.de/forschen-in-der-schule. Bitte achten Sie bei Ihrer Planung auf die nicht immer einheitlichen Lieferzeiten.

PRAXISTIPP

Es ist möglich, dass auch elektrische Werkzeuge mit Netzstecker eingesetzt werden müssen. Beachten Sie dann die Richtlinien für Sicherheit im Unterricht.

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

DAS LUFTGEWEHR MIT FEDERSPEICHER IM VERGLEICH ZUM BLASROHR

Das Geschoss eines Luftgewehrs wird durch die Ausdehnung von komprimiertem Gas angetrieben. Dazu muss das Gas zuerst verdichtet werden, um so die Energie zu speichern, die bei der Ausdehnung freigesetzt wird und das Geschoss beschleunigt.

Weit verbreitet sind Luftgewehre mit Federspeicher. Hierbei spannt der Nutzer eine Feder, an der ein Kolben befestigt ist. Dieser wird beim Auslösen nach vorne geschoben. Dadurch entsteht ein Luftdruck von bis zu 150 bar (als Vergleichswert: Der Luftdruck eines Autoreifens liegt zwischen zwei und drei bar), der schließlich das Geschoss beschleunigt.

Beim mechanischen Blasrohr ist der Kolben die zweite, große Kugel, die mit Schwung in den Stabilo hineingeschoben wird. Dieses „Schieben“ übernimmt beim Luftgewehr die Feder.

In Deutschland gilt als Grenze für den freien Verkauf von Luftwaffen an Personen ab 18 Jahren eine maximale Energie von 7,5 Joule. Softair-Waffen, die bereits ab 14 Jahren genutzt werden dürfen, haben als maximale Grenze < 0,5 Joule. Als Vergleich: Ein Joule ist die Energie, die benötigt wird, um einen Körper der Masse 102 g (etwa eine Tafel Schokolade) um einen Meter anzuheben.

Quelle:

www.rb-shooting.com/sportwaffen/tag/federspeicher/

ENERGIE UND ENERGIEUMWANDLUNG

Energie ist nach klassischer, mechanischer Definition die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten. Heute definiert man Energie als Messgröße, die auf verschiedene Weise in Erscheinung treten kann, deren Zahlenwert aber immer gleich bleibt. Es gibt also unterschiedliche Energieformen, die nicht erzeugt oder vernichtet, aber ineinander umgewandelt werden können (Satz von der Erhaltung der Energie: Energie kann nicht verloren gehen, sondern nur in eine andere Energieform umgewandelt werden). Beispielsweise unterscheidet man mechanische, elektrische, chemische, Lage-, Bewegungs-, Ruheenergie oder Kernenergie. Spricht man bei einer Umwandlung von Energie von „Energieverlusten“, bedeutet dies, dass ein Teil der Energie als nicht nutzbare (Wärme-)Energie „verloren geht“.

Die Einheit der Energie ist das Joule (J):

$1\text{ J} = 1\text{ N}\cdot\text{m}$ (Newtonmeter) = $1\text{ W}\cdot\text{s}$ (Wattsekunde).

WETTBEWERB ZUM ABSCHLUSS

Am Ende der Einheit „Gesucht: das perfekte Blasrohr“ kann ein Wettbewerb stattfinden. Wir schlagen Folgendes vor:

WER BAUT DAS BESTE BLASROHR?

Entwickle aus deinen Forschungsergebnissen die perfekte Kombination aus Blasrohr und „Geschoss“. Im Wettbewerb kannst du zeigen, wie weit dein „Geschoss“ fliegt und wie genau du mit deinem Blasrohr zielen kannst.

DAS PERFEKTE BLASROHR 1 – DIE KONSTRUKTION

Forscher-Checkliste	
	Stabilo-Stifte, nach Möglichkeit leer-geschrieben (ohne Farbe)
	Küchenpapier
	Wasser
	Tintenpatronen (leer)
	dünner Pinsel oder Schaschlikspieß
	Metall- oder Feinsäge

Wer kennt sie nicht, die Strohhalme und die rundgekauten Papierkügelchen – echt eklig, wenn dir so was in den Nacken fliegt! Dahinter steckt eine Menge Physik und es lohnt sich, ein ganz besonderes Blasrohr mal unter die Lupe zu nehmen – sauber und ohne Ekelfaktor.

Achtung! Beim Gebrauch der Blasrohre nie ins Gesicht von Lebewesen zielen!

VORBEREITUNGEN

Besprich in deiner Gruppe die einzelnen Konstruktionsschritte und hole dann erst das tatsächlich benötigte Material. Erst wenn alles am Arbeitsplatz ist, beginnt die Gruppe mit der Konstruktion.

ERSTER EINTRAG INS LABORBUCH

- ▶ Name des Forscherblattes, Datum
- ▶ Mitglieder der Gruppe mit Aufgabenzuordnung (Protokoll? Zeitmanager?)

KONSTRUKTION UND TEST EINES MECHANISCHEN BLASROHRES



- ▶ Säge den Kopf und den Boden des Stabilos ab und nimm die Farbpatrone heraus. Es bleibt nur die leere Stabilohülle übrig.



- ▶ Säge den Boden der Tintenpatrone ab. Sollte diese noch voll sein, dann spüle sie aus und drücke die Kugel an der Patronenöffnung mit dem Pinsel (oder Schaschlikspieß) heraus.



- ▶ Stecke die Patrone mit dem Kopf voraus so weit in eine Seite der Stabilohülle, dass sie fest sitzt und nicht herausfällt.



- ▶ Schiebe mit dem Pinsel/Schaschlikspieß die kleinere Kugel ganz in die Tintenpatrone, ohne sie darin festzuklemmen.



- ▶ Nimm ein Stück Papier, feuchte es mit Wasser an und forme eine Kugel, die du an dem Ende in die Stabilohülle steckst, das der Tintenpatrone gegenüberliegt.



- ▶ Schiebe nun die Papierkugel am anderen Ende mit dem Pinsel/Schaschlikspieß schwungvoll in die Stabilohülle hinein. Pass auf, dass du in diesem Moment auf niemanden zielst, denn dies ist bereits dein erster Schuss mit dem mechanischen Blasrohr!



- ▶ Nimm noch ein Stück Papier, feuchte es mit dem Wasser an und forme eine kleinere Kugel, die du in die Tintenpatrone steckst.

AUCH DAS GEHÖRT INS LABORBUCH

- ▶ Beschreibe in eigenen Worten den Aufbau des mechanischen Blasrohrs.
- ▶ Fertige eine Aufbauskizze im Querschnitt des Blasrohrs an.
- ▶ Wie funktioniert das mechanische Blasrohr, ohne dass man selbst pusten muss?

Der erste Versuch zum Schießen einer Papierkugel gelingt nicht immer auf Anhieb. Jetzt hast du bis zum Ende der Forschungsstunde Zeit, um den Umgang mit dem mechanischen Blasrohr zu üben und deine Schusstechnik zu verbessern.

Achtung! Beim Gebrauch der Blasrohre nie ins Gesicht von Lebewesen zielen!

DAS PERFEKTE BLASROHR 2 – DAS BLASROHR-LABOR

Forscher-Checkliste	
	Stabilo-Stifte, nach Möglichkeit leer-geschrieben (ohne Farbe)
	verschiedene Papiersorten
	Wasser
	Tintenpatronen (leer)
	dünner Pinsel oder Schaschlikspieß
	Metall- oder Feinsäge

Du hast sicherlich bei den ersten Tests gemerkt, dass die Papierkugeln mal besser und mal schlechter fliegen. Als echter Forscher kannst du nun herausfinden, welche Faktoren darauf Einfluss haben und wie Material, Bedienung und Konstruktion des Blasrohres optimiert werden können. Sprich dich mit deiner Gruppe ab, welche der genannten Fragen ihr in welcher Reihenfolge bearbeiten wollt. Eure Lehrkraft wird euch darüber informieren, wie viel Zeit ihr für eure Forschungen habt.

Achtung! Beim Gebrauch der Blasrohre nie ins Gesicht von Lebewesen zielen!

VORBEREITUNGEN

Ihr werdet verschiedene Messungen durchführen. Es ist sinnvoll, die Aufgaben vorab zu verteilen:

- ▶ Denkt an den „Ersten Eintrag ins Laborbuch“.
- ▶ Wer kann sorgfältig Protokoll schreiben?
- ▶ Wer kann gute Skizzen von den Konstruktions- und Forschungsergebnissen zeichnen?
- ▶ Mit welcher Forscherfrage will die Gruppe beginnen?

UNTERSUCHUNGEN

Bearbeite die folgenden Fragen rund um das mechanische Blasrohr:

- ▶ Macht es einen Unterschied, ob die kleine Papierkugel in der Tintenpatrone am Anfang oder am Ende der Patrone platziert wird?
- ▶ Welchen Einfluss hat die Menge an Wasser, die vom Papier aufgesogen wird?
- ▶ Unterscheiden sich kleinere und größere Papierkugeln im Schuss?
- ▶ Gibt es eine perfekte Größe/Abmessung für das Papier, aus dem du die Kugel drehst?
- ▶ Kann man auch anderes Papier für die Kugeln verwenden? Welches eignet sich am besten?
- ▶ Gibt es neben der Papierkugel andere, besser fliegende Formen, die du aus Papier machen kannst?
- ▶ Variiere die Rohrlänge deines Blasrohres. Welche Rohrlänge ist am besten geeignet?

DAS GEHÖRT INS LABORBUCH

- ▶ Name des Forscherblattes, Datum
- ▶ Mitglieder der Gruppe mit Aufgabenzuordnung
- ▶ Welche Fragen hast du (heute) bearbeitet?
- ▶ Bei Messungen: Trage alle gemessenen Werte mit Einheiten in übersichtliche Tabellen ein.
- ▶ Welche Ergebnisse hast du herausgefunden? Formuliere sie in Sätzen.
- ▶ Vermutest du schon Zusammenhänge?
- ▶ Konntest du Fragen nicht beantworten? Nenne den Grund.
- ▶ Was willst du in der nächsten Stunde untersuchen?
- ▶ Ist dazu zusätzliches Material notwendig? (Lehrkraft informieren!)