Ernst-Barlach-Gymnasium
Castrop-Rauxel

Schulinterner Lehrplan MINT
Jahrgangstufe 7

Physik

Projekt „Mausefallenauto“

(STAND: März 2023)

Inhaltsverzeichnis

Inhalt

1. Rahmenbedingungen des Physikunterrichts 3

2. Der MINT-Kurs Physik – Das Mausefallenauto 4

2.1 Leitidee der Unterrichtsreihe 4

2.2 Beschreibung der Unterrichtsreihe 4

2.3 Beschreibung der Forschungsstationen, Ziele und Kompetenzen 6

2.4 Prozessbezogene Kompetenzen der Unterrichtsreihe 8

1. Rahmenbedingungen des Physikunterrichts

Das EBG ist ein in der Regel vierzügiges Gymnasium mit gebundenem Ganztag, an dem zurzeit ca. 900 Schülerinnen und Schüler von ca. 80 Lehrpersonen und ca. 10 ReferendarInnen unterrichtet werden. Es liegt am Rande des inneren Bereichs der Stadt Castrop-Rauxel mit ca. 75.000 Einwohnern. In relativer Nähe befinden sich eine Gesamtschule sowie ein weiteres Gymnasium ohne Ganztag.

Das Fach Physik wird in der Sekundarstufe I in den Jahrgangsstufen sechs und sieben zweistündig unterrichtet. Für die MINT-Klasse wird in der Jahrgangsstufe 7 eine zusätzliche Stunde angeboten, in der die praktische Umsetzung mechanischer Probleme am Beispiel eines nur durch eine Mausefalle angetrieben Autos, behandelt wird. Hier werden den Schülerinnen und Schülern einige Grundbegriffe der Mechanik, wie Kraft, Energie und Hebelgesetz, beim Bau eines Mausefallenautos nähergebracht.
In den Jahrgangsstufen 9 und 10 wird Physik wieder zweistündig unterrichtet. In der Sekundarstufe II bietet das Ernst-Barlach-Gymnasium für die eigenen Schülerinnen und Schüler in allen Jahrgangsstufen mindestens einen Grundkurs Physik an. Zudem wir in jedem Jahr ein Leistungskurs Physik in Kooperation mit der benachbarten Gesamtschule und dem zweiten Gymnasium der Stadt angeboten.

Das Schulgebäude verfügt über zwei Physikräume, welche neben den üblichen Experimentieranschlüssen (Strom und Gas) mit Beamer, Apple TV und W-Lan ausgestattet sind. Da sämtliche Schülerinnen und Schüler ab der Jahrgangsstufe 7 mit eigenen I-Pads oder Leih-I-Pads ausgestattet sind, kann jederzeit zu Hilfsmitteln wie Videoanalyse und Computergestützte Datenanalyse zurückgegriffen werden.
Die Schule verfügt auch über einen Werkraum, der für die unten beschriebene Unterrichtsreihe genutzt werden kann.

Die Fachgruppe Physik umfasst zurzeit sechs Lehrkräfte. Die Fachkonferenz tritt mindestens einmal pro Schulhalbjahr zusammen, um notwendige Absprachen zu treffen. Dazu sind Vertreter der Elternpflegschaft sowie der Schülervertretung eingeladen. Außerdem finden innerhalb der Fachgruppe zu bestimmten Aufgaben weitere Dienstbesprechungen statt.

2. Der MINT-Kurs Physik – Das Mausefallenauto

Der MINT-Kurs Physik beruht auf einer bei QUA-LiS beschriebenen Unterrichtseinheit, dem Bau eines von einer Mausefalle angetriebenen Autos[1]. Die nun folgende Beschreibung der Unterrichtseinheit ist in großen Teilen des bei QUA-Lis dargestellten Projektes entnommen.

2.1 Leitidee der Unterrichtsreihe

Der MINT-Kurs Physik findet für die MINT-Klassen in der Jahrgangsstufe 7 statt. Für den Unterricht ist für das gesamte Schuljahr eine Stunde pro Woche vorgesehen.
Die Zentrale Idee dieses Kontextes „Mausefallenauto“ ist, die praktische Bastelarbeit mit dem Lernen physikalischer Inhalte zu verknüpfen. Die Schülerinnen und Schüler erfahren so, dass sie die gewonnenen physikalischen Erkenntnisse nutzbringend für ein besseres Ergebnis ihrer Konstruktionsaufgabe einsetzen können.
Aus diesem Grund besteht die Unterrichtsreihe aus den beiden Hauptelementen „Fertigung“ und „physikalische Forschung“. Die Fragestellungen der Forschungsstationen sollen aus den konkreten Problemen der Fertigung entstehen. Die gewonnenen Ergebnisse sollen dann wiederum nutzbringend in die Fertigung einfließen.
Persönliche Erfahrungen der Fachgruppe Physik haben gezeigt, dass das Anfertigen der Mausefallenautos auf die Schülerinnen und Schüler äußerst motivierend wirkt.

2.2 Beschreibung der Unterrichtsreihe

Die Unterrichtsreihe erstreckt sich über den Zeitraum des Schuljahres. In dieser Zeit müssen die Mausefallen-Fahrzeuge gebaut und fünf „Forschungsstationen“ bearbeitet werden. Die Arbeit während der gesamten Zeit erfolgt in gleichbleibenden Gruppen oder auch als Partnerarbeit. Die Motivation zur physikalischen Forschung soll sich nach Möglichkeit aus Fragestellungen und Problemen bei der Fertigung der Autos ergeben. Um doch zu verhindern, dass sich einzelne Arbeitsgruppen ausschließlich auf die Bastelarbeit konzentrieren und die physikalischen Experimente zum Schluss in Zeitnot absolvieren, ist es sinnvoll, Vorgaben für die Bearbeitung der Forschungsstationen zu setzen. Umgekehrt soll es nicht verboten sein, wenn einzelne Gruppen alle Forschungsstationen „auf Vorrat“ bearbeiten und sich erst danach an die Fertigung machen.

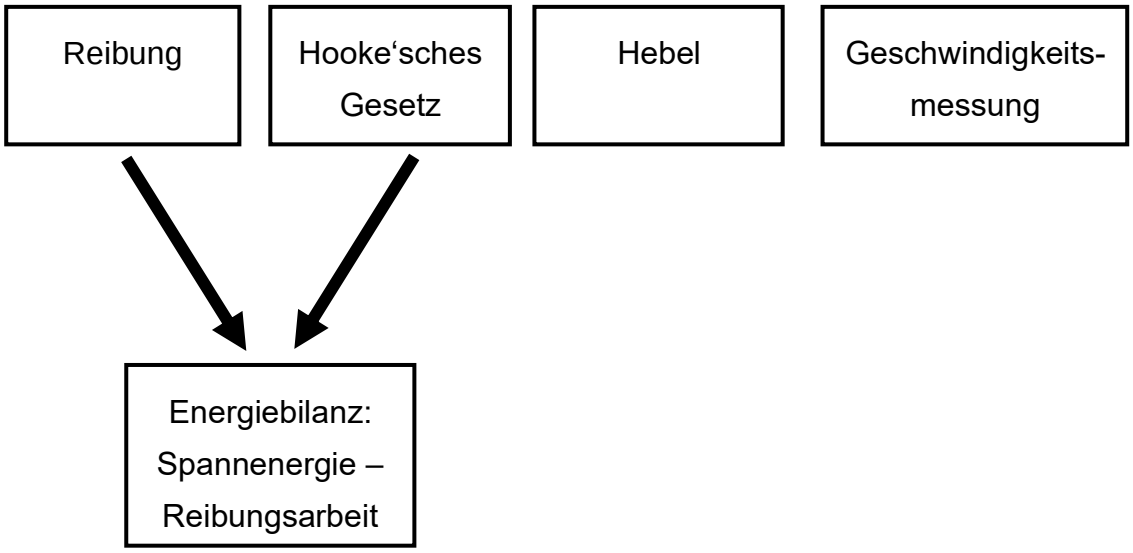
Aus der Konstruktion des Mausefallenautos ergibt sich eine Reihe von physikalischen Fragestellungen:

- Das Wettbewerbsziel, eine möglichst große Strecke zurückzulegen, erfordert eine Minimierung von Reibungskräften z.B. in den Achslagern, andererseits aber auch die Berücksichtigung von Haftreibung der Räder auf dem Untergrund, damit die Räder keinen Schlupf haben. Das Thema **Reibung** ist also ein wichtiger Punkt für die Konstruktion.

[1] https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/2625

- Durch den Antrieb mit der Mausefalle stellt sich die Frage nach der von der Feder ausgeübten Kraft. Da die Kraft im Verlauf der 180°-Bewegung des Bügels nicht konstant ist, liegt es nahe, die Kraft in Abhängigkeit von der Federdehnung zu untersuchen. Die Forschungsstation befasst sich folglich mit der Untersuchung zum **Hooke'schen Gesetz**.
- Die Kraftumsetzung vom Mausefallenbügel auf die Antriebsachse erfordert einen Hebel oder ein Getriebe. Untersuchungen zum Thema **Hebel** sollten hier weitere Erkenntnisse liefern.
- Das Thema Geschwindigkeit steht zwar nicht im Zentrum des Wettbewerbs, doch ist es durch die ablaufende Bewegung des Fahrzeugs so naheliegend, dass auf die Bearbeitung einer Station **Geschwindigkeitsmessung** nicht verzichtet werden soll.
- Abschließend soll in der Station **Energiebilanz** der Antrieb des Fahrzeugs durch die Mausefalle als Energiewandlung von Spannenergie in Wärmeenergie durch Reibungsarbeit begriffen werden. Da einerseits die Rollreibung des Fahrzeugs gemessen werden soll, andererseits auch die in der Feder gespeicherte Spannenergie zumindest grob bestimmt wird, ist eine Abschätzung der theoretisch möglichen Fahrstrecke des Mausefallenautos durchführbar. Dies ist nach der Bearbeitung der Stationen Reibung und Hooke’sches Gesetz möglich.

Insgesamt ergibt sich damit folgende Struktur für die angebotenen Forschungsstationen:



Die Ergebnisse der Forschungsaufträge sollen in einer Projektmappe dokumentiert werden.

2.3 Beschreibung der Forschungsstationen, Ziele und Kompetenzen

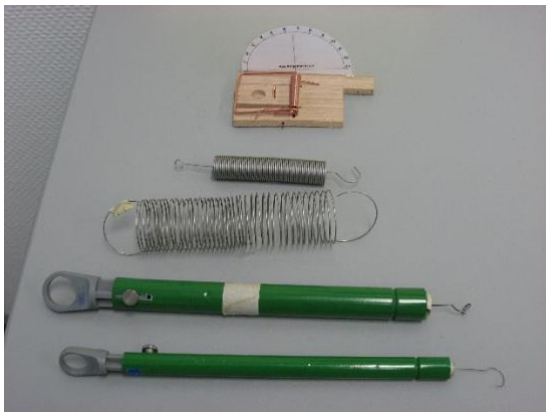
Reibung

In dieser Station sollen die Einflüsse von Material, Masse und Reibungsart auf die Reibungskraft experimentell untersucht werden. Ziel dieser Untersuchung ist, Materialien zu finden, die für den Bau des Mausefallenautos besonders geeignet sind.

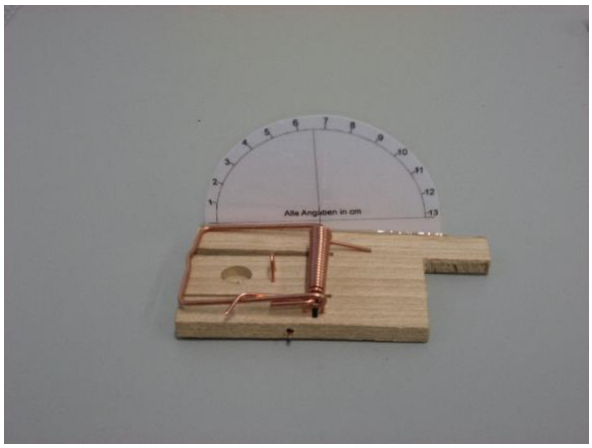
Basis der Experimente bilden unterschiedlich beschichtete Holzklötzchen annähernd gleicher Masse, sowie Kraftmesser und mehrere Holzröllchen.
Die Holzklötzchen werden mit den beschichteten Seiten über den Tisch gezogen, um Hinweise zu den Reibungskoeffizienten zu finden.
Anschließend stapelt man nach und nach die Klötzchen übereinander und zieht sie jeweils über den Tisch, um den Einfluss der Masse auf die Reibungskraft zu untersuchen.
Zum Abschluss werden noch die Unterschiede der Haft- Gleit- und Rollreibungskräfte untersucht.
Die Ergebnisse der Experimente sollen nach Möglichkeit in den Bau des Autos einfließen. Hierfür müssen die Schülerinnen und Schüler die Komponenten des Autos analysieren: Bei welchen Bauteilen spielt der Reibungskoeffizient eine Rolle? Bei welchen Bauteilen ist in erster Linie auf die Masse zu achten? Trotz aller Experimente ist natürlich auch darauf zu achten, dass die Materialien gut zu verarbeiten sind.

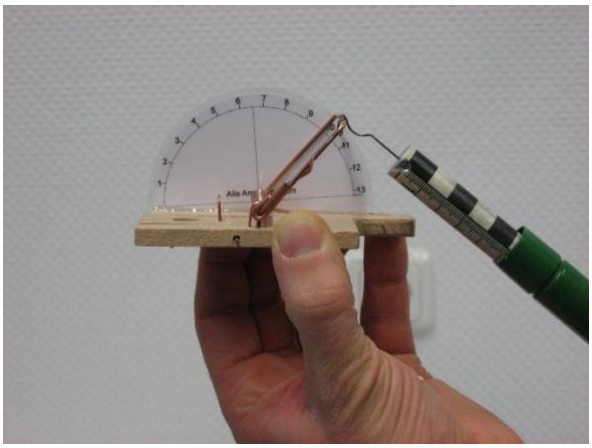
Kompetenzen: M3, S6, W7

Hooke'sches Gesetz



Basismaterialien dieser Station bilden zwei Standardfedern mit unterschiedlichen Federkonstanten und eine Mausefalle, die mit einer Bogenmaßskala ausgestattet wurde. Mit einem Kraftmesser wird die benötigte Kraft für unterschiedliche Auslenkungen der Federn bestimmt und in eine vorbereitete Tabelle und ein vorbereitetes Koordinatensystem eingetragen. Dadurch wird die Proportionalität von Auslenkung und benötigter Kraft in allen drei Fällen (auch bei der Mausefalle) deutlich. Bei der Präparation der Mausefalle empfiehlt es sich, in die Bodenplatte der Mausefalle ein Loch zu sägen, um Platz für den Kraftmesser zu schaffen.





Ein Lückentext hilft zusätzlich dabei, die physikalischen Zusammenhänge von Auslenkung, Kraft und Federkonstante zu verdeutlichen und zu sichern und das Hooke`sche Gesetz in seiner formalen Schreibweise kennen zu lernen.
Am Ende sollen die Schülerinnen und Schüler in der Lage sein zu erklären, warum das Auto stehen bleiben könnte, obwohl die Mausefalle noch nicht vollständig zugeschnappt ist.

Kompetenzen:EG1, EG3, EG4, EG5, EG9

Hebel
Die Schüler müssen für ihr Mausefallenauto einen Hebel an der Mausefalle befestigen. An diesem Hebel werden in verschiedenen Abständen zum Drehzentrum die Kräfte gemessen, die man benötigt, um die Mausefalle halb zu spannen. Das Produkt aus dem Abstand zum Drehzentrum und der zugehörigen Kraft wird tabellarisch erfasst. Abschließend sollen Gesetzmäßigkeiten erkannt werden.
Bestenfalls erkennen die Schüler durch dieses Experiment, dass man durch die Justierung des Fadens am Hebel die zur Verfügung stehende Kraft an das Mausefallenauto anpassen kann.

Kompetenzen: EG1, EG4, EG5, EG9

Geschwindigkeitsmessung
Die Station „Geschwindigkeitsmessung“ soll den Schülern ein weiteres Kriterium für die Leistungsfähigkeit ihrer Mausefallenautos nahebringen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass Mausefallenautos, welche nicht besonders weit fahren (also das Hauptkriterium des Wettbewerbs nicht erfüllen), durchaus sehr hohe Geschwindigkeiten erreichen können. So ist gewährleistet, dass auch Gruppen weiterhin motiviert bleiben, deren Gefährt keine hohe Reichweite erzielt.
Das Thema Geschwindigkeit ist laut Kernlehrplan obligatorisch und sollte im Vorfeld der Reihe soweit behandelt worden sein, dass die selbständige Messung und Berechnung der Geschwindigkeit im Mausefallenexperiment zur Festigung des Gelernten dienen kann.
Die Messung der Geschwindigkeit des Mausefallenautos erfolgt mittels einer Zeitmessung per Handy oder I-Pad auf einer mit Klebeband markierten Strecke, die der halben maximalen Reichweite des Autos entspricht (aber mindestens 2 m, damit eine sinnvolle Zeitmessung noch möglich ist). Es sollen fünf Zeiten aufgenommen werden (möglichst parallel), da neben der Übung experimenteller Kompetenzen auch die Mittelwertbildung von Messwerten eingeführt

wird, um den Schülern zu verdeutlichen, dass Messwerte grundsätzlich schwanken. Ferner wird diesbezüglich die Spannweite als einfach zu bestimmendes Fehlermaß eingeführt.

Kompetenzen: EG4, EG5, EG9, KO3, W8

Energiebilanz: Spannenergie – Reibungsarbeit
In dieser Station sollen die Schüler eine quantitative Energiebilanz aufstellen zwischen der Spannenergie der Feder und der Reibungsarbeit, die während der Fahrt des Autos geleistet wird. Durch diesen Vergleich sollen sie berechnen, wie weit ihr Auto maximal fahren kann. Die relevante Formel $\Delta E = F \cdot \Delta s$ wird als Zitat aus dem Schulbuch vorgegeben. Zunächst soll einfach in diese Formel eingesetzt werden, wobei für die Kraft der in der Station 4 bestimmte Wert der Reibungskraft benutzt werden soll. Das Ausfüllen der Tabelle soll zum einen an den Gebrauch der Formel gewöhnen und liefert zudem die Möglichkeit bei der anschließenden Bilanzierung eine ungefähr passende Weite aus der Tabelle rauszusuchen, ohne die Formel nach Δs umstellen zu müssen. Bei der Berechnung der Spannenergie tritt das Problem auf, dass die Kraft nicht konstant ist. Durch eine Beispielrechnung soll den Schülern ein Verfahren an die Hand gegeben werden, mit dem sie mit dieser Schwierigkeit umgehen können. Da dieser Teil der Energiebilanz deutlich schwieriger ist, wurde er an die zweite Stelle gestellt. Die Messwerte für die Kräfte sollen die Schüler aus der Station Hooke'sches Gesetz übernehmen.

Kompetenzen: EG2, EG5 EG9, KO1, KO4, KO5, EG11, E1, E2, E4, E5, E6, E8

2.4 Prozessbezogene Kompetenzen der Unterrichtsreihe

Die geförderten prozessbezogenen Kompetenzen lassen sich nur in Ausnahmefällen konkreten Tätigkeiten oder einzelnen Forschungsstationen beziehungsweise dem Erstellen der Arbeitsmappe eindeutig zuordnen. Deshalb werden diese prozessbezogenen Kompetenzen hier für die gesamte Unterrichtsreihe aufgeführt.

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
Schülerinnen und Schüler…

- beobachten und beschreiben physikalische Phänomene und Vorgänge und unterscheiden dabei Beobachtung und Erklärung.
- erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe physikalischer und anderer Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind.
- führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen durch, protokollieren diese, verallgemeinern und abstrahieren Ergebnisse ihrer Tätigkeit und idealisieren gefundene Messdaten.
- recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien) und werten die Daten, Untersuchungsmethoden und Informationen kritisch aus.

- stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus.

- interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, wenden einfache Formen der Mathematisierung auf sie an, erklären diese, ziehen geeignete Schlussfolgerungen und stellen einfache Theorien auf.

- stellen Zusammenhänge zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her, grenzen Alltagsbegriffe von Fachbegriffen ab und transferieren dabei ihr erworbenes Wissen.

Kompetenzbereich Kommunikation:
Schülerinnen und Schüler…

- tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus.

- kommunizieren ihre Standpunkte physikalisch korrekt und vertreten sie begründet sowie adressatengerecht.

- beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise.

Kompetenzbereich Bewertung:
Schülerinnen und Schüler…

- binden physikalische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese nach Möglichkeit an.

- nutzen physikalische Modelle und Modellvorstellungen zur Beurteilung und Bewertung naturwissenschaftlicher Fragestellungen und Zusammenhänge.

Konzeptbezogene Kompetenzen
Kompetenzen zum Basiskonzept „System“ werden während der gesamten Unterrichtsreihe – sowohl während der Fertigung als auch bei den Forschungsstationen gefördert, indem Schülerinnen und Schüler das Zusammenwirken der verschiedenen Elemente ihres Mausefallenautos planen, verstehen und gezielt gestalten. Hier wird besonders die folgende konzeptbezogene Kompetenz angestrebt:

- Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Systemkonzepts auch auf formalem Niveau Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge beschreiben, sodass sie den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären. […]