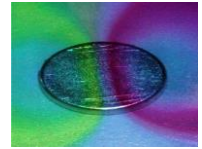




## **IMST – Innovationen machen Schulen Top**

Themenprogramm: Kompetenzen im mathematischen  
und naturwissenschaftlichen Unterricht



# **EXPERIMENTE MIT PAPIER**

**ID 1717**

**Christine Angerbauer**

**Helga Wiedner, Ruth Meister**

**NMS Sankt Margarethen an der Raab**

**8321 St. Margarethen/Raab**

**St. Margarethen 141**

Sankt Margarethen an der Raab, Juni, 2016

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>1 PROBLEMAUFRISS</b> .....	<b>4</b>
1.1 Ausgangssituation .....	4
1.2 Problemanalyse .....	4
<b>2 ZIELSETZUNG</b> .....	<b>5</b>
2.1 Ziel auf Schüler_innen Ebene.....	5
2.2 Zielsetzung auf LehrerInnen Ebene.....	5
2.3 Gender und Diversität .....	6
<b>3 PLANUNG UND DURCHFÜHRUNG</b> .....	<b>7</b>
3.1 Planung .....	7
3.2 Durchführung.....	8
3.3 Beschreibung einer Lernaufgabe .....	15
<b>4 ERGEBNISSE</b> .....	<b>17</b>
4.1 Daten .....	17
4.2 Interpretation.....	18
<b>5 RESÜMEE UND AUSBLICK</b> .....	<b>20</b>
<b>6 LITERATUR</b> .....	<b>21</b>
<b>7 ANHANG</b> .....	<b>22</b>
7.1 AB Gleichförmige Bewegung .....	22
7.2 AB Materialeigenschaften von Papier .....	23
7.3 Schülerfragen Knaben .....	24
7.4 Schülerfragen Mädchen.....	25
7.5 Schülerfragebogen .....	26
7.6 Präsentation Lern- und Leistungsaufgabe.....	27
7.7 AB Usain Bolt gleichförmige Bewegung.....	28
<b>ERKLÄRUNG</b> .....	<b>30</b>

## ABSTRACT

*Im Rahmen unseres Projektes „Experimente mit Papier“ wollten wir den Experimentalunterricht mit Hilfe des Forschenden Lernens fördern. Es galt einerseits für den Unterricht geeignete Versuche zu finden, als auch eigene Experimente zu entwickeln und an diesen Messungen durchzuführen. Wir wollten den Schüler/Innen Anregungen geben, durch die sie selbst aktiv werden konnten.*

*Die Regelmäßigkeit des Forschenden Lernens, sollte helfen, dass die Schüler\_innen kontinuierlich ihre Kompetenzen erweitern und festigen konnten. Mithilfe des bewährten Kompetenzmodells der Naturwissenschaften (bifie) wurde der Kompetenzzuwachs der Schüler\_innen durch ein geeignetes Raster dokumentiert. Das Protokoll des eigenen Experiments wurde ebenfalls zur Evaluation herangezogen.*

## Impressum

<i>Schulstufe:</i>	7. Schulstufe
<i>Fächer:</i>	Physik und Chemie, Deutsch
<i>Kontaktperson:</i>	Christine Angerbauer
<i>Kontaktadresse:</i>	NMS St. Margarethen/Raab, 8321 St. Margarethen/Raab, Nr. 141
<i>MitarbeiterInnen</i>	Helga Wiedner, Ruth Meister

# 1 PROBLEMAUFRISS

Im ersten Kapitel wird die aktuelle Schulsituation erklärt sowie eine Problemanalyse erstellt.

## 1.1 Ausgangssituation

Die Neue Mittelschule Sankt Margarethen an der Raab ist eine bunte Schule fürs Leben – so lautet das Motto der NMS. Die Schule ist zurzeit eine achtklassige NMS mit 147 Schüler\_innen. In der 5. Schulstufe wird die Schule als NMS geführt, während in den anderen Schulstufen die auslaufende Schulform „Hauptschule“ besteht.

Die Neue Mittelschule Sankt Margarethen an der Raab nimmt im Schuljahr 2015/16 erstmals an einem IMST-Projekt des Themenprogramms „Kompetenzen im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht“ teil. An dem Projekt sind die 3.a Klasse und die 3.b Klasse beteiligt. In der 3.a Klasse sowie in der 3.b Klasse befinden sich je 20 Schüler/Innen (3.a: 8 Mädchen, 12 Buben; 3.b: 10 Mädchen, 10 Buben). Das Projekt findet in den Unterrichtsgegenständen Physik/Chemie und Deutsch statt. Ich, als Projektleiterin, bin für das Unterrichtsfach Physik/Chemie verantwortlich, während meine beiden Kolleginnen, Helga Wiedner und Ruth Meister, sich Gedanken über den Deutschunterricht machen. Wie zuvor erwähnt wird die 7. Schulstufe noch als Hauptschule geführt, deshalb sind die Schüler/Innen im Deutschunterricht in Leistungsgruppen eingeteilt.

## 1.2 Problemanalyse

Im Herbst 2014 kam ich als Physik/Chemie Lehrperson an die Neue Mittelschule. Zu diesem Zeitpunkt war ich die einzige geprüfte Lehrerin in diesem Unterrichtsfach. Während meines ersten Unterrichtsjahres machte ich die Beobachtung, dass großes Interesse am Experimentieren vorhanden war. Die Schüler\_innen gaben mir im Laufe des Unterrichtsjahres mündliche Rückmeldungen, die meine Beobachtungen bestätigten. Durch diese Feststellung began ich Überlegungen anzustellen, die Wünsche der Schüler\_innen zu berücksichtigen beziehungsweise zu erfüllen.

Generell wird der Erwerb von Schlüsselkompetenzen schon seit vielen Jahren an der NMS praktiziert, vor allem Differenzierung und Individualisierung, sowie Methodenlernen und eigenständiges Arbeiten sind ein durchgehendes Unterrichtsprinzip und werden mit mehrtägigen Workshops auf jeder Schulstufe vor allem im Deutschunterricht umgesetzt. Allerdings sind die Förderungen der Kompetenzen im Physik/Chemieunterricht in den letzten Jahren etwas abgeflaut.

Während meiner Ausbildung an der Pädagogischen Hochschule Steiermark spielte die Unterrichtsmethode Forschendes Lernen eine zentrale Rolle. Mir erscheint diese Lernform für mein bevorstehendes Projekt als geeignet, da zum einen mehr Eigenverantwortung der Teilnehmenden bei der Bearbeitung gestellter Aufgaben und zum anderen ein problemorientierter Einsatz gefordert ist.

Darüber hinaus beginnt dieser vielfältige Prozess bei der Entwicklung persönlicher Fragen, über die Wahl und Durchführung des eigenen Experiments, bis zur Darstellung der Ergebnisse in selbstständiger Arbeit.

## 2 ZIELSETZUNG

Als Gesamtziel dieses Projektes steht das Beleben des Experimentalunterrichts, wobei durch verschiedene Versuche ausgewählte naturwissenschaftliche Kompetenzen auf der Handlungsdimension im Unterricht gefördert werden. In erster Linie versuchen wir, die naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Handlungsebene E1, E2 und E3 zu fördern. Darüber hinaus ist es Ziel in Unterrichtsgegenständen Deutsch und Physik/Chemie fächerübergreifend zusammenzuarbeiten. Insbesondere soll ein Austausch zwischen den Kolleginnen stattfinden.

### 2.1 Ziel auf Schüler\_innen Ebene

#### 2.1.1 Überfachliche Kompetenzen

- Die Schüler\_innen lernen richtiges Präsentieren und Referieren. Bei der Abschlusspräsentation im Deutschunterricht zeigen die Schüler\_innen ihr Können.
- Die Schüler\_innen arbeiten in Kleingruppen. Sie nehmen aufeinander Rücksicht und akzeptieren andere Meinungen sowie Ideen.

#### 2.1.2 Fachliche Kompetenzen

- „Ich kann einzeln oder im Team zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben.“ (bifie 2011)
  - Die Schüler\_innen sind in der Lage, Beobachtungen bei Experimenten präzise zu beschreiben.
  - Die Schüler\_innen lernen den Umgang mit Messgeräten.
- „Ich kann einzeln oder im Team zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen.“ (bifie 2011)
  - Ausgangssituation: Demonstrationsversuch
  - Die Schüler\_innen erarbeiten Vorschläge für Variationen des Experiments.
  - Die Schüler\_Innen formulieren eigene Fragen zu ihren Beobachtungen.
- „Ich kann einzeln oder im Team zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren.“ (bifie 2011)
  - Auf Basis der formulierten Fragen werden eigene Experimente entwickelt und entsprechende Messungen geplant.
  - Die Schüler\_Innen dokumentieren ihr Experiment in Form eines individuellen Protokolls (Skizze, Beschriftung, Materialliste, Durchführung).
  - Dokumentation der eigenen Ergebnisse: Die Durchführung und die dokumentierten Messergebnisse des eigenen Experiments werden den Mitschüler\_innen präsentiert.

### 2.2 Zielsetzung auf LehrerInnen Ebene

Um die Ziele der Schüler\_innen zu erreichen, haben wir folgende Ziele für uns festgesetzt. Im Allgemeinen schaffen wir Rahmenbedingungen, die eine Förderung des forschenden Lernens ermöglicht. Zudem ist es uns wichtig, die Interessen zu wecken und Stärken zu fördern. Wesentlich für uns Lehrpersonen ist es, dass die Schüler\_innen genügend Freiräume bekommen, um Dinge selbst zu entde-

cken. Darüber hinaus unterstützen wir die Schüler\_innen, wenn Fragen oder Probleme auftauchen und motivieren sie, um selbst Lösungsstrategien zu entwickeln. Eine gute Vernetzung zwischen den beteiligten Kolleginnen ist erforderlich, um erfolgreich zu sein. Durch das häufige Zusammenarbeiten, stärken wir uns gemeinsam und motivieren uns gegenseitig zum Tun.

Die Lehrer\_innen begleiten der Kompetenzerwerb der Schüler\_innen und schaffen entsprechende Möglichkeiten ausgewählte Kompetenzen (siehe Ziele auf Schüler\_innen Ebene 2.1.2) nachhaltig abzusichern. Eine weitere Aufgabe der Lehrer\_innen ist das erweitern Wir schaffen Möglichkeiten wesentliche.

## **2.3 Gender und Diversität**

Buben wie Mädchen gleichermaßen für naturwissenschaftliche Themen zu interessieren ist Ziel des Projekts. Vorurteile, die sich aus tradierten Geschlechterrollenmustern ergeben, werden angesprochen und durch geeignete methodische Maßnahmen, wie z.B. die Steuerung der Gruppenbildung, hinterfragt. Deshalb werden die Schüler\_innen nicht immer frei wählen können, mit wem sie zusammen arbeiten wollen. Teilweise sind Schülergruppen oder Schülerinnengruppen möglich, was die meisten Schüler\_innen wahrscheinlich immer bevorzugen, ein anderes Mal werden die einzelnen Gruppen gemischt.

Ein Fragebogen wird zu Projektbeginn (Demonstrationsversuch: Schussapparat) und am Ende der Projektphase (Lern- und Leistungsaufgabe: Geschwindigkeit) durchgeführt. Dabei wird untersucht, ob sich im Laufe des Unterrichtsjahres die Interessen der Mädchen und Buben in Hinblick auf den naturwissenschaftlichen Bereich geändert haben.

Darüber hinaus formulieren die Schüler\_innen ihre eigenen Fragen zum Experiment und planen es eigenständig, deshalb ist anzunehmen, dass diese aus dem jeweiligen Interessensbereich der Schüler\_innen kommen. Zudem ist für mich von Interesse, ob dabei typische „Mädchenfragen“ beziehungsweise „Bubenfragen“ gestellt werden.

## 3 PLANUNG UND DURCHFÜHRUNG

### 3.1 Planung

Im Vorfeld wurde mit den Projektmitgliedern und dem Projektbetreuer ein grober Projektablauf geplant. Anschließend verteilten wir die Aufgaben, um für einen reibungslosen Projektablauf während des Schuljahres zu sorgen. Ich war verantwortlich für die Aktionen im Physik/Chemieunterricht, in Zusammenarbeit mit meinem Projektbetreuer Prof. Eduard Schittelkopf, während meine beiden Kolleginnen Helga Wiedner und Ruth Meister die Präsentationsarbeit für den Deutschunterricht vorbereiteten.

Um die Methode des forschenden Lernens im Unterricht umzusetzen, war es zunächst notwendig einige Vorübungen im Physik/Chemieunterricht mit den Schüler\_innen durchzuführen. Die Vorübung setzte sich aus zwei verschiedenen Versuchen (Versuch 1: Gleichförmige Bewegung, Versuch 2: Materialeigenschaften von Papier) zusammen. Dazu bekamen die Schüler\_innen verschiedene Arbeitsaufträge, es wurde das genaue Beobachten geübt, die Fragenformulierung zum Versuch gelernt und Methoden der Dokumentation (Skizze, Beschriftung, Durchführungs) erlernt. Zu Projektbeginn beantworteten die Schüler\_innen einen Fragebogen, welcher die Einstellung zu den Naturwissenschaften im Speziellen zu einem Experiment hinterfragte. Dieser Fragebogen wurde am Ende des Projekts wiederholt und mit den Ergebnissen der bereits vorhandenen Daten verglichen und interpretiert.

Nachdem die Vorübungen abgeschlossen wurden präsentierte die Lehrperson ein Demonstrationsexperiment (Schussapparat). Bei diesem vielfältigen Versuch wurden Themen wie Geschwindigkeit, Knautschzone, Druck, Weg, Variationen usw. angesprochen. Zu diesem Experiment verschriftlichten die Schüler\_innen möglichst viele Fragen. Nach einer gewissen Zeitspanne wurde das Demonstrationsexperiment wiederholt und die Schüler\_innen wählten eine bestimmte Frage aus ihrer persönlichen Sammlung aus. Diese war nun Grundlage für das eigene Experiment, durch welches die Frage beantwortet wird.

Zeitraum	Maßnahmen
September–Oktober	Vorbereitung auf das Projekt (gemeinsame Planung im Team) Grundtechniken des Forschens anhand exemplarischer Versuche kennenlernen
Dezember	Demonstrationsversuch: Schussapparat Schülerfragebogen Variationen zum Experiment finden Eigene Fragen zu den Beobachtungen formulieren
Jänner	Wiederholung des Demonstrationsversuches Finden einer passenden Frage Planen des eigenen Experiments
Februar–April	Planen des eigenen Experiments Messungen durchführen

	Dokumentation des eigenen Experiments
<b>Mai–Juni</b>	Präsentation der Ergebnisse Lern- und Leistungsaufgabe Schülerfragebogen

## 3.2 Durchführung

### 3.2.1 Beschreibung der Umsetzung, des tatsächlichen Ablaufs des Projekts

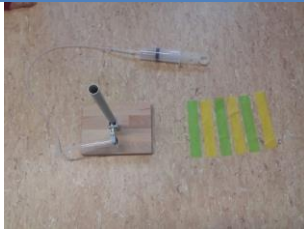
#### 3.2.1.1 Phase 1: Vorbereitung auf das Projekt:

Im Oktober startete ich mit dem ersten Experiment zur Thematik *Geschwindigkeit*. Dabei lernen die Schüler\_innen Grundtechniken für das forschende Lernen (Fragen stellen, beobachten, messen, protokollieren) kennen.

Die Versuchsvorrichtung aus Alltagsgegenständen wurde speziell für dieses Experiment konstruiert. Mit diesem Experiment ist es möglich die Durchschnittsgeschwindigkeit zu berechnen. Im Vorfeld erklärte die Lehrperson die Materialien und demonstrierte im Anschluss Schritt für Schritt das Experiment. Wichtige theoretische Inhalte wurden vor der Durchführung wiederholt und besprochen. Die Geschwindigkeit beschreibt, wie schnell und in welche Richtung sich ein Körper bewegt oder das Formelzeichen für die Geschwindigkeit ( $v$ ), den Weg ( $s$ ) und die Zeit ( $t$ ). Darüber hinaus wurde die Formel für die gleichförmige Bewegung  $s = v \cdot t$  erarbeitet.

In Zweiergruppen wurde der Versuch aufgebaut und die Problemstellung „Wie schnell ist das Geschoss?“ behandelt. Um diese erste Auseinandersetzung mit dem forschenden Lernen zu erleichtern, bekamen die Schüler\_innen als Hilfestellung ein Arbeitsblatt mit einzelnen Arbeitsschritten (siehe Anhang *AB Gleichförmige Bewegung*). Nach der Durchführung fertigten die Schüler\_innen eine Skizze mit Beschriftungen an, fügten eine Materialliste hinzu und formulierten die Durchführung schriftlich. Zusätzlich fertigen die Schüler\_innen eine Weg-Zeit-Kurve an, die eine Gerade ist und durch den Koordinatenursprung verläuft. Zudem wurden die einzelnen Schritte mit Fotos festgehalten (siehe Abbildung 1, 2, 3). Im Abschließenden Gespräch im Plenum wurden die gewonnenen Erkenntnisse mündlich zusammengefasst.





#### Versuchsauf

Stativmaterial (Holzplatte, Rohr, Klemmen), Schlauch, zwei Spritzen, Seidenpapier

Abbildung 1



#### Durchführung des Experiments

Geschoss (Gummistopfen) wird aus der Spritze durch andrücken geschossen.

Abbildung 2



#### Auswertung

Das Seidenpapier zeigt, wo das Geschoss (Gummistopfen) auftrifft. Mithilfe eines Maßbandes wird die Entfernung gemessen. Der gewonnene Wert wird in die Formel eingesetzt.

Abbildung 3

Anfang November wurde der zweite Einführungsversuch „*Materialeigenschaften von Papier*“ durchgeführt. Ebenso stand bei diesem Experiment im Vordergrund die Schüler\_innen auf das Forschende Lernen vorzubereiten beziehungsweise bereits gelernte Methoden zu festigen.

Bei diesem Versuch wurden drei Materialeigenschaften (Reißfestigkeit, Saugfähigkeit und thermische Umsetzung) vorgegeben, welche die Schüler\_innen in Kleingruppen untersuchten. Sie entwickelten Messmethoden für die Materialeigenschaften:

**Reißfestigkeit:** Ein Papierstreifen wird an beiden Enden zwischen zwei Holzblöcken befestigt. Beim oberen Holzblock, welcher beweglich ist, wird eine Kofferwaage eingehängt. Am Griff hängt die Kofferwaage an einer Vorrichtung, durch drehen an einer Flügelmutter spannt sich die Waage langsam. Das Papier reißt, mithilfe des Schleppzeigers kann man ablesen, welche Kraft nötig ist, um das Papier zu reißen.

**Saugfähigkeit:** Zwischen zwei Krokodilklemmen befestigen die Schüler\_innen Papierstreifen unterschiedlicher Sorten. Mit einer Pipette wird Wasser auf die Streifen getropft. Die Schüler\_innen zählen die Menge der Wassertropfen, die der Papierstreifen aufnehmen kann.

**Thermische Umsetzung:** Die Schüler\_innen klemmen Papierstreifen unterschiedlicher Sorten in eine Tiegelzange ein. Mithilfe eines Teelichts wird der Streifen angezündet. Die Schüler\_innen machen Beobachtungen zur Flammenfarbe und Aussehen der Asche, sie messen die Verbrennungsgeschwindigkeit sowie die Entzündungstemperatur.

Auch bei dieser Aufgabe bekamen die Schüler\_innen ein unterstützendes Arbeitsblatt. Um dieses breite Thema etwas einzuschränken wählten die einzelnen Gruppen drei Papiersorten aus und führten die zuvor angesprochenen Messungen durch. Im Fokus stand die genaue Beobachtung, Messung und Dokumentation (Skizze mit Beschriftung anfertigen, Durchführung verschriftlichen). Abschließend gab es im Plenum wieder ein zusammenfassendes Gespräch.

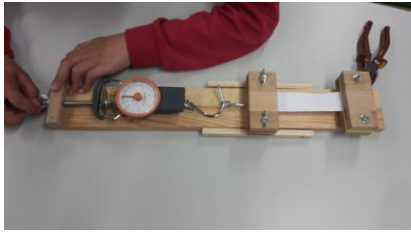


Abbildung 4



Abbildung 5



Abbildung 6



Abbildung 7



Abbildung 8

In dieser ersten Phase waren die Schüler\_innen teilweise noch unsicher. Sie stellten viele Fragen zur Versuchsdurchführung und warteten auf das OK der Lehrperson. Doch schrittweise gelang es den Schüler\_innen immer selbstständiger zu arbeiten. Eine außerordentliche Verbesserung zeigte sich bei der Vorbereitung der Materialien.

### 3.2.1.2 Phase 2: Eigenes Experiment finden

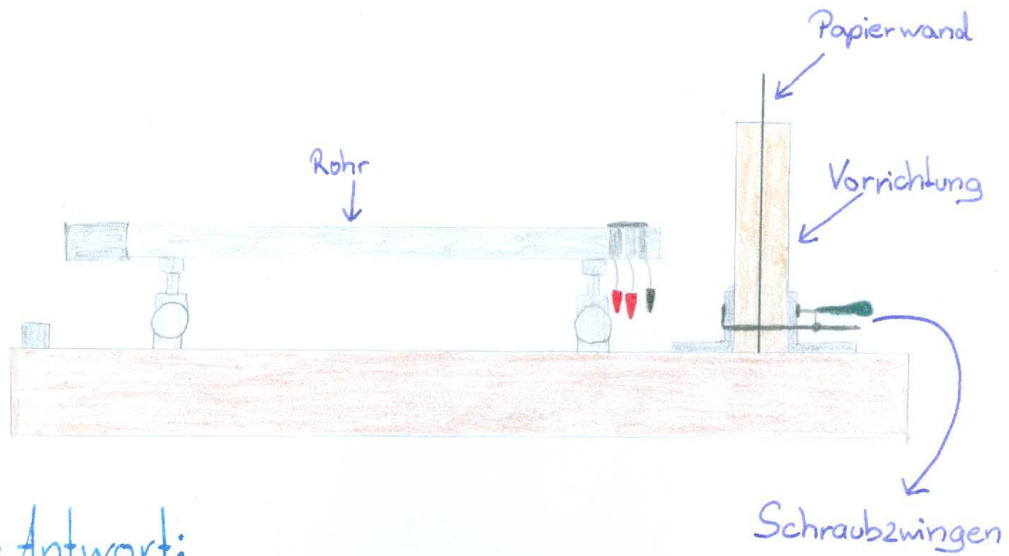
Im Dezember führte ich ein komplexes Demonstrationsexperiment durch. Viele physikalische Inhalte steckten in diesem Versuch, z.B.: Geschwindigkeit, Druck, Variationen, Weg. Zu Beginn wurden alle Materialien genau erklärt, da für die Schüler\_innen einige ungewöhnliche Gegenstände (z.B.: Rohrreiniger) dabei waren. Schritt für Schritt erklärte ich die Vorgehensweise und sprach theoretische Inhalte an, die für mich wichtig waren.

Im Nachhinein beantworteten die Schüler\_innen einen selbst zusammengestellten Fragebogen. Dieser wurde im Anschluss ausgewertet und interpretiert (siehe 4.1 und 4.2). Daraufhin mussten die Schüler\_innen so viele Fragen zum Experiment finden wie möglich. Die theoretischen Inhalte die während der Demonstration angesprochen wurden, verhinderten eine „sinnlose“ Fragestellung. Zusammenfassend war diese Aufgabenstellung für einige Schüler\_innen schwierig. Wobei weniger das Fragen finden ein Problem darstellte, sondern vielmehr das formulieren der Fragen.

Etwa drei Wochen später bearbeiteten die Schüler\_innen ihre persönlichen Fragen erneut und entschieden sich für eine spezielle Frage, die sie mithilfe eines Experiments beantworten sollten. Zu Beginn war eine genaue Planung notwendig, welche die Schüler\_innen in Einzelarbeit erledigten. Dafür benötigten die Schüler\_innen mehr Zeit als in der Projektplanung vorgesehen war. Diese Planungsphase beinhaltete eine genaue Skizze, Beschreibung des Experiments und abschließend wurde das Experiment durchgeführt.

# Mein Experiment

Frage: Hängt das Muster von der Beschleunigung ab?



Antwort:

15 Pumpstöße



10 Pumpstöße



Victoria Tuscher 3b

Fotos zu Experiment von Elias Meissl:



# Mein Experiment

Meissl Elias

Frage: Wie sieht das Muster aus wenn das Geschiebe gebrochen ist?

## Normale Durchführung:

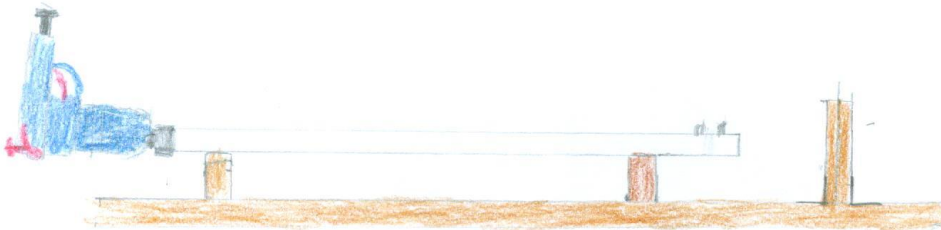
Man nalt das Papier und steckt es in die Spritze.  
Ich pumpe zwanzig Mal und schließt auf 5 kPa Blätter.

## Experiment:

Man nalt das Papier und steckt es in die Spritze.  
Man hält das Loch unten bei der Spritze zu und füllt sie mit Wasser.

Wenn das Papier nass ist bricht man es ein.

Nach 2,4 Stunden bricht man zwanzig mal und schließt.



# Mein Experiment

Frage:

Entsteht am Papier das gleiche Muster wenn ich statt Papier, Metall in die Trennwand ein lege?

Ich schieße zwei Mal, es wird jeweils 10 mal geladen. Wenn ich geschossen habe schaue ich das Papier an. Ich schieße ein Mal auf Papier und ein Mal auf Metall.

Muster Breite:

Papier = 2,5 cm

Metall = 1,3 cm

Beobachtung:

Papier: Lauter beim Aufbruch und es hat sich an beiden Seiten des Papiers ein Muster gebildet.

Rohrreiniger





### 3.3 Beschreibung einer Lernaufgabe

Die ausgewählte Lernaufgabe ist eine Lernumgebung zur Kompetenzentwicklung und steuert den Lernprozess durch eine Folge von gestuften Aufgabenstellungen mit entsprechenden Lernmaterialien (Studienseminar Koblenz).

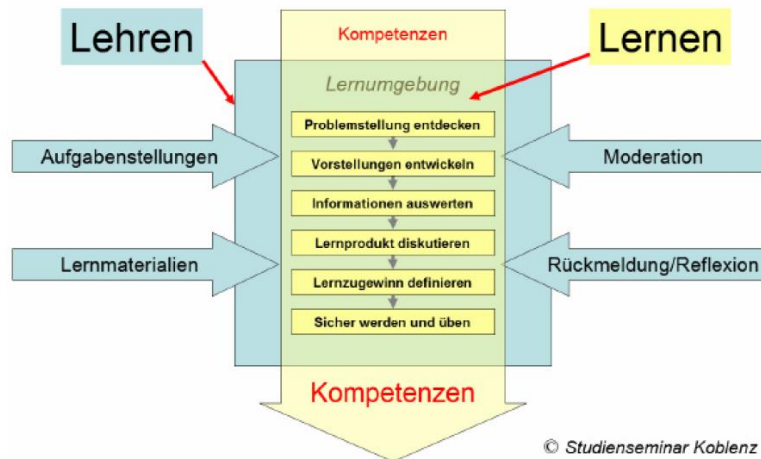


Abbildung 9: Modell des Lehr-Lern-Prozesses

Die Abbildung 9 zeigt, dass die Lehrperson eine Aufgabenstellung sowie die Lernmaterialien zur Verfügung stellt. Nun sollen die Schüler\_innen die Problemstellung entdecken und einen Lernanreiz schaffen, um individuelle Vorstellungen zu entwickeln. Dazu können sie ihre Vorerfahrungen einbringen. Im nächsten Schritt erhalten die Schüler\_innen passende Informationen über Lernmaterial oder durch die Lehrperson. In diesem Abschnitt findet bereits ein Lernzuwachs statt. Nun werden im darauffolgenden Teil „Lernprodukt diskutieren“ Informationen ausgewertet und beim Erstellen des Lernproduktes werden neue Vorstellungen gebildet und alte werden erweitert. Im fünften Schritt wird der Lernzuwachs als Kompetenz im handelnden Umgang mit Wissen erprobt. Die Schüler\_innen müssen das Gelernte auf neue Aufgabenstellungen anwenden. Abschließend wird das Nutzen des Gelernten geübt und in einem Experiment umgesetzt (Studienseminar Koblenz).

#### 3.3.1 Beschreibung einer kompetenzorientierten Einheit

Durch erworbene Kompetenzen können Schüler\_innen mithilfe ihrer kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten bestimmte Problemstellungen lösen. Wir verwendeten für unseren Unterricht das Kompetenzmodell der Naturwissenschaften vom bife „Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe“ und planten eine Unterrichtssequenz nach den Handlungskompetenzen E1–E4. Die Lernleistungsaufgabe behandelte die Thematik *Bewegung*. Eine Power-Point-Präsentation stellte den weltberühmten Leichtathleten Usain Bolt vor (siehe Anhang). Er hält derzeit den Weltrekord im 100 Meter Lauf. Während der Vorbereitungsphase auf das Projekt wurden die Schüler\_innen mit dieser Thematik bereits vertraut. Im Internet recherchierten die Schüler\_innen in Kleingruppen über die Erfolge und das Leben von Usain Bolt. Ferner berechneten die Gruppen die Durchschnittsgeschwindigkeit des Weltrekordhalters im 100 Meter Lauf. Mithilfe der Zwischenzeiten versuchten berechneten sie die Durchschnittsgeschwindigkeit alle 10 Meter und zeichneten ein passendes Diagramm. Daraufhin kam von den Gruppen kurze Zeit später der Wunsch ihre persönliche Laufgeschwindigkeit zu messen (Arbeitsblätter siehe Anhang). Damit die Messungenauigkeit sinkt, wurden mehrere Zeitmessungen gleichzeitig durchgeführt und daraus das arithmetische Mittel berechnet. Auch die persönlichen Ergebnisse wurden interpretiert und in einem ansprechenden Diagramm festgehalten.

Abschließend haben die Schüler\_innen den gleichen Schülerfragebogen wie nach dem Demonstrationsexperiment beantwortet.

In der folgenden Tabelle wird ein Überblick geschaffen, welche Kompetenzen mit dieser Lern- und Leistungsaufgabe gefördert beziehungsweise erreicht wurden:

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren							
Ich kann einzeln oder im Team...							
		Recherchierten Inhalte auswerten	verschiedene Berechnungen durchführen	Ergebnisse von Usain Bolt interpretieren	Ergebnisse in einem Säulendiagramm (s-v) darstellen	10m /100m selbst laufen und Messungen durchführen	Persönliche Ergebnisse grafisch darstellen
E1	zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben		X			X	
E2	zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen	X		X			
E3	zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren				X	X	X
E4	Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren.				X		X

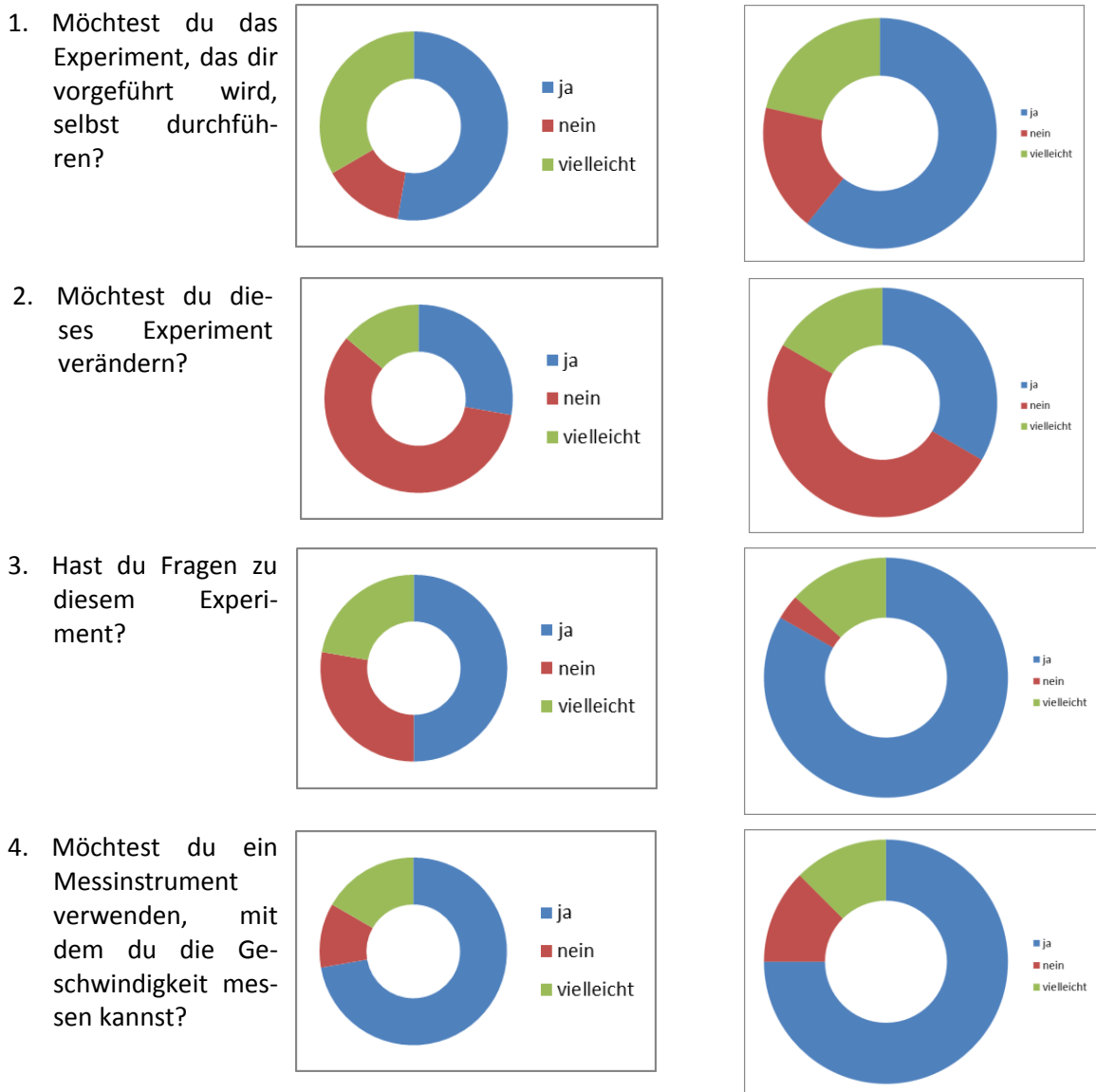


## 4 ERGEBNISSE

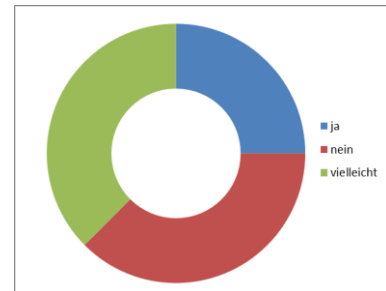
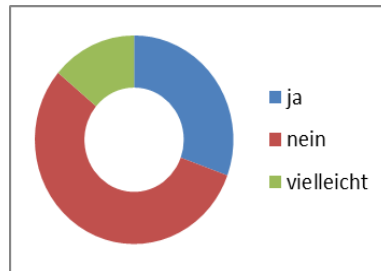
### 4.1 Daten

Die Erhebung von relevanten Daten erfolgte durch einen Schülerfragebogen, der zu Beginn und am Ende der Projektphase durchgeführt wurde. Er umfasst 12 Fragen die Bezug auf das Demonstrationsexperiment nehmen. Bei der Auswertung der Fragebögen griff ich 7 Fragen speziell heraus und veranschaulichte die Ergebnisse in einem Diagramm. Da ich eine anonyme Fragebogenbeantwortung durchführte, kann ich im Nachhinein nicht feststellen, welche Ergebnisse von Mädchen und Buben sind.

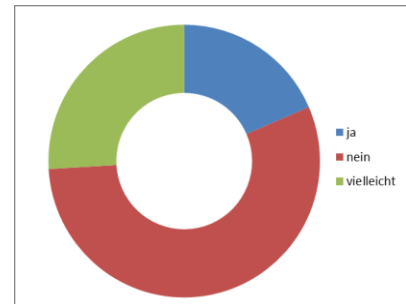
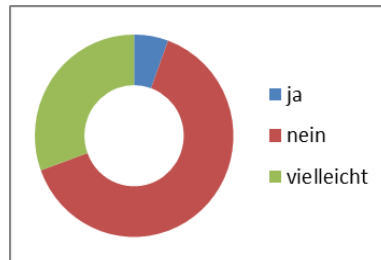
Bei der Befragung haben 40 Schüler\_innen teilgenommen, davon 23 Buben und 17 Mädchen im Alter zwischen 12 und 14 Jahren. In der linken Spalte ist die Frage formuliert, in der mittleren Spalte das Ergebnis zu Beginn der Projektphase und in der rechten Spalte ist die Auswertung der zweiten Befragung.



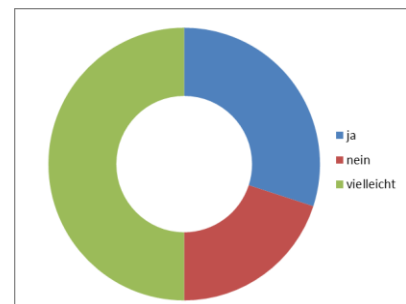
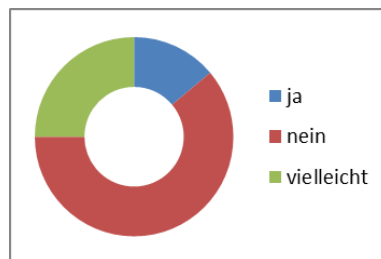
5. Möchtest du eine Skizze von diesem Experiment anfertigen?



6. Möchtest du dieses Experiment beschreiben?



7. Möchtest du dieses Experiment auf der Schulhomepage präsentieren?



## 4.2 Interpretation

### Fragebogenauswertung

Möchtest du das Experiment, das dir vorgeführt wird, selbst durchführen?

Bei beiden Befragungen wollten über 50% der Schüler\_innen das Experiment selbst durchführen. Die Zustimmung hat sich in der zweiten Umfrage sogar erhöht.

Möchtest du dieses Experiment verändern?

Die Bereitschaft das Experiment zu verändern ist nicht gegeben. Auch bei der zweiten Umfrage waren immer noch ca. 50 % der Schüler\_innen nicht bereit das Experiment zu verändern.

Hast du Fragen zu diesem Experiment?

Bei dieser Frage hat eine deutliche Änderung stattgefunden. Bei der zweiten Umfrage haben ca. 80 % der Schüler\_innen Fragen zum Experiment.

Möchtest du ein Messinstrument verwenden, mit dem du die Geschwindigkeit messen kannst?

Die Ergebnisse sind bei beiden Befragungen ähnlich. Die Mehrheit der Schüler\_innen möchte Messungen durchführen.

Möchtest du eine Skizze von diesem Experiment anfertigen?

Der Großteil der Schüler\_innen ist immer noch unsicher oder möchte keine Skizze anfertigen. Bei der zweiten Umfrage ist die Zustimmung sogar zurückgegangen.

Möchtest du dieses Experiment beschreiben?

Das Ergebnis dieser Fragestellung ist ähnlich wie die Frage zuvor. Es sind immer noch über 50 % der Schüler\_innen die keine Beschreibung zum Experiment schreiben möchten. Allerdings hat sich die Zahl der Befürwörter deutlich erhöht.

Möchtest du dieses Experiment auf der Schulhomepage präsentieren?

Das Interesse sein Experiment auf der Schulhomepage zu präsentieren ist deutlich gestiegen. Die Schüler\_innen sind sicherlich stolz auf ihre Ergebnisse und möchten diese professionell präsentieren.

## 5 RESÜMEE UND AUSBLICK

Im Allgemeinen war das Projekt sehr lehrreich für alle Beteiligten. Rückblickend betrachtet waren die vorgenommenen Aktivitäten meinerseits zu hoch gesteckt. Es war mir nicht möglich alle Vorhaben während des Schuljahres umzusetzen, da die nötige Zeit fehlte und wir für verschiedene Projektphasen länger brauchten als geplant. Im Großen und Ganzen haben wir mit der Einführung des Forschenden Lernens viele Ziele erreicht. Unsere Schüler\_innen haben seither im Physik/Chemie Unterricht die Möglichkeit unterschiedliche Versuche selbstständig durchzuführen und eigenverantwortlich zu arbeiten. Generell ist es uns gelungen, dem Naturwissenschaftlichen Bereich wieder mehr Bedeutung einzuräumen.

Am Beginn des Kapitels wurde bereits eine Schwierigkeit bei der Umsetzung angesprochen. Darüber hinaus waren wir auch noch mit einer weiteren Schwäche des Konzepts konfrontiert. Vor allem die Auswertung der persönlichen Schüler\_innen Fragen war organisatorisch ein großer Aufwand.

Die Zusammenarbeit unter den Kolleginnen war eine neue Erfahrung. Wir haben daraus sehr profitiert und konnten voneinander lernen. Die Größe des Projektes, der enorme Zeitaufwand für die Planung und Vorbereitungen, sowie das Verfassen des Projektberichtes war eine große Herausforderung. Für mich gilt in Zukunft das allbekannte Motto „weniger ist oft mehr“.

Rückblickend halte ich fest, dass das Forschende Lernen zukünftig ein ständiger Begleiter in meinem Unterricht bleiben wird. Es wäre interessant auszuprobieren, ob es sich auch in anderen Gegenständen und Bereichen zielführend einsetzen ließe.

## 6 LITERATUR

Artikel in Zeitschrift:

Leisen, Josef. Modell des Lehr-Lern-Prozesses. Lernaufgaben als Lernumgebung zur Steuerung von Lernprozessen. Studienseminar Koblenz, S. 2–3.

Internet:

Deutsche Kinder- und Jugendstiftung. Online unter <http://www.forschendes-lernen.net/index.php/was-ist-forschendes-lernen.html> [abgerufen 24.03.2016].

bifie, Zentrum für Innovationen und Qualitätsentwicklung (2011). Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe. Online unter [https://www.bifie.at/system/files/dl/bist\\_nawi\\_kompetenzmodell-8\\_2011-10-21.pdf](https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf) [abgerufen 03.07.2016].

# 7 ANHANG

## 7.1 AB Gleichförmige Bewegung

Projekt: Experimente mit Papier																							
<b>Gleichförmige Bewegung</b>																							
$v = \frac{s}{t}$ $\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{Strecke}}{\text{Zeit}}$																							
<p>„s“ ist die Strecke in Meter [m]          „v“ ist die Geschwindigkeit in Meter pro Sekunde [m/s]          „t“ ist die Zeit in Sekunden [s]</p>																							
<p><b>Durchführung</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Versuchsaufbau (siehe Lehrperson)</li> <li>2. entsprechende Höhe einstellen (siehe Tabelle)</li> <li>3. Strecke abmessen</li> <li>4. Werte in die Formel einsetzen</li> <li>5. das Ergebnis in km/h umrechnen, dazu das Endergebnis mit dem Faktor 3,6 multiplizieren</li> </ol>																							
<p><b>Rechnung:</b></p> <p>s = ..... cm = ..... m</p> <p>t = ..... s</p> $v = \frac{s}{t}$ <p>v = .....</p> <p><u>v = ..... m/s · 3,6 = .....</u>  <u>km/h</u></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Höhe</th> <th>Zeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 cm</td><td>0,045 s</td></tr> <tr><td>2 cm</td><td>0,064 s</td></tr> <tr><td>3 cm</td><td>0,078 s</td></tr> <tr><td>4 cm</td><td>0,090 s</td></tr> <tr><td>5 cm</td><td>0,101 s</td></tr> <tr><td>6 cm</td><td>0,111 s</td></tr> <tr><td>7 cm</td><td>0,119 s</td></tr> <tr><td>8 cm</td><td>0,128 s</td></tr> <tr><td>9 cm</td><td>0,135 s</td></tr> <tr><td>10 cm</td><td>0,143 s</td></tr> </tbody> </table>	Höhe	Zeit	1 cm	0,045 s	2 cm	0,064 s	3 cm	0,078 s	4 cm	0,090 s	5 cm	0,101 s	6 cm	0,111 s	7 cm	0,119 s	8 cm	0,128 s	9 cm	0,135 s	10 cm	0,143 s
Höhe	Zeit																						
1 cm	0,045 s																						
2 cm	0,064 s																						
3 cm	0,078 s																						
4 cm	0,090 s																						
5 cm	0,101 s																						
6 cm	0,111 s																						
7 cm	0,119 s																						
8 cm	0,128 s																						
9 cm	0,135 s																						
10 cm	0,143 s																						

## 7.2 AB Materialeigenschaften von Papier

### Eigenschaften von Papier

Brennbarkeit	Seidenpapier	Papier (80g/m <sup>2</sup> )	beschichtetes Papier
Wie lange dauert es, bis der gesamte Papierstreifen abgebrannt ist? (in Sekunden)			
Wie sieht die Asche aus?			

Saugfähigkeit	Seidenpapier	Papier (80g/m <sup>2</sup> )	beschichtetes Papier
Wie viele Wassertropfen kann der Papierstreifen aufnehmen.			
Wie beurteilst du die Saugfähigkeit des Papiers?			

Reißfestigkeit	Seidenpapier	Papier (80g/m <sup>2</sup> )	beschichtetes Papier
Reiße einen Papierstreifen in zwei Stücke. Beschreibe deinen Kraftaufwand			
Spanne den Papierstreifen in die Kofferwaage ein. Ziehe die Schraube an und notiere den Betrag, wo der Streifen gerissen ist.			

### 7.3 Schülerfragen Knaben

Druck:

Wie viel Druck erzeugt man mit einmal pumpen?

Wie schnell wäre das Papierröllchen wenn man den Druck erhöht oder senkt?

Wie würde das Papierröllchen bei maximalem Druck beschleunigen?

Variation:

Wie viel Lagen Papier muss man in die Wand einspannen, dass die Papierrolle bei 15-Mal pumpen die Papierwand durchdringt?

Was passiert, wenn man das Rohr näher zur Papierwand gibt?

Welche Wirkung würde Metall als Trennwand erzeugen?

Was würde sich verändern, wenn das Papierröllchen aus Metall bestehen würde?

Was passiert, wenn das Papierröllchen genau so lang ist wie die Röhre?

Wie würde es sich auswirken, wenn man eine spitze Form auf das Papier schießt?

Geschwindigkeit:

Was für eine Geschwindigkeit hat die Papierrolle, wenn man 1-Mal, 15-Mal, usw. pumpt?

Wann erreicht die Papierrolle die Höchstgeschwindigkeit?

Wie hoch ist die Höchstgeschwindigkeit?

Ist das Geschoss immer mit derselben Geschwindigkeit unterwegs, wenn dahinter die Knetmasse das Geschoss nicht aufhalten würde?

In wie viel Sekunden kommt das Geschoss von 0-100 km/h?

Verändert sich die Geschwindigkeit vom Start bis zum Aufprall?

Wie niedrig muss die Endgeschwindigkeit sein um kein Muster zu erzeugen?

Weg:

Wie weit würde das Papierröllchen fliegen, wenn es durchs Papier geht aber nicht von der Knetmasse gestoppt werden würde?

Sonstiges:

Kann so ein Geschoss einen Menschen ernst verletzen?

Wenn das Geschoss aus Metall wäre würde es viel Schaden anrichten können?



## 7.4 Schülerfragen Mädchen

Druck:

Wie viel Druck entsteht im Rohrreiniger, wenn man 15-Mal pumpt? (in bar)

Variation:

Wie oft muss man pumpen um 5 Lagen Kartonpapier zu durchbrechen.

Macht es einen Unterschied, wenn man die Papierrolle öfter eindreht?

Wie groß ist die Knautschzone, wenn man 15-Mal pumpt?

Ist die Knautschzone ein regelmäßiges Muster?

Gibt es einen Unterschied beim Einschussloch, ob man mit Papier oder einem Stein dagegen schießt?

Entsteht ein größeres Durchschussloch, wenn man die Pumpe direkt zur Wand hält, als wenn man einen Abstand von 70 cm hat.

Wie sieht das Muster aus, wenn die Papierwand nicht durchbricht?

Kann man statt Papier auch etwas anderes nehmen?

Geschwindigkeit:

Mit wie viel km/h rast die Papierrolle auf die Papierwand zu?

Wie hoch ist die Höchstgeschwindigkeit?

Hängt die Geschwindigkeit von der Länge des Kunststoffrohres ab?

Wie viel schnell müsste eine Papierrolle sein, um 8 Lagen Papier zu durchdringen?

Hängt das Muster von der Geschwindigkeit ab?

Wie oft muss man den Rohrreiniger aufpumpen, damit das Papierröllchen durch die Kunststoffröhre kommt?

Wie hoch ist die Anfangsgeschwindigkeit?

Weg:

Sonstiges:

Muss das Kunststoffrohr eine bestimmte Länge haben?

## 7.5 Schülerfragebogen

### 1. Erhebung

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

deine Lehrerin/dein Lehrer hat dir ein Experiment vorgeführt. Erinnerung dich, was du beobachtet hast und beantworte die Fragen.

Nr.	Frage	Ja	Nein	Vielleicht
1	Möchtest du das Experiment, das dir vorgeführt wird, selbst durchführen?			
2	Möchtest du dieses Experiment verändern?			
3	Hast du Fragen zu diesem Experiment?			
4	Wie viele Fragen hast du zu diesem Experiment?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> mehr
5	Möchtest du ein Messinstrument verwenden mit dem du die Geschwindigkeit messen kannst?			
6	Möchtest du eigene Messungen durchführen?			
7	Möchtest du eine Skizze von deinem Experiment anfertigen?			
8	Möchtest du dein Experiment beschreiben?			
9	Möchtest du dein Experiment der Lehrerin/dem Lehrer vorführen?			
10	Möchtest du dein Experiment deinen Eltern präsentieren?			
11	Möchtest du dein Experiment im Radio präsentieren?			
12	Möchtest du dein Experiment auf der Schulhomepage präsentieren?			

Danke für deine Mitarbeit!

## 7.6 Präsentation Lern- und Leistungsaufgabe

### Gleichförmige Bewegung



### Usain Bolt

**Der schnellste Mann der Welt!**

- sechsfacher Olympiasieger
- elffacher Weltmeister
- Weltrekordhalter in
  - 4-mal-100-Meter-Staffel
  - 100-Meter-Lauf
  - 200-Meter-Lauf



Am 16. August 2009 (Berlin) lief er **100 Meter** in **9,58 Sekunden!**

### Berechne die Durchschnittsgeschwindigkeit!

Strecke (s) = 100 m  
Zeit (t) = 9,58 s

Strecke = Geschwindigkeit · Zeit

$s = v \cdot t$

**v = ?**

Formel umformen:

$v = s : t$

$v = 100 : 9,58$

$v = \underline{10,4 \text{ m/s}} \rightarrow$

$\cdot 3,6 = \underline{37,6 \text{ km/h}}$

### Berechne die Durchschnittsgeschwindigkeit von...

Distanz (m)	Zeit (s)
10	1,58
20	2,87
30	3,78
40	4,65
50	5,50
60	6,32
70	7,14
80	7,96
90	8,79
100	9,58

### Freier Fall

Strecke = Geschwindigkeit · Zeit

$s = v \cdot t$

$v = s : t$

**0 m bis 10 m**

$v = 10 : 1,58$

$v = \underline{6,3 \text{ m/s}}$  (22,8 km/h)

**10 m bis 20 m**

$2,87 - 1,58 = 1,29 \text{ s}$

$v = 10 : 1,29$

$v = \underline{7,8 \text{ m/s}}$  (28 km/h)

**20 m bis 30 m**

$3,78 - 2,87 = 0,91 \text{ s}$

$v = 10 : 0,91$

$v = \underline{11 \text{ m/s}}$  (39,6 km/h)

### Freier Fall

0 s 0 m/s



1 s 10 m/s

2 s 20 m/s

3 s 30 m/s

4 s 40 m/s

5 s 50 m/s

### Freier Fall

Ein frei fallender Körper fällt lotrecht unter dem alleinigen Einfluss der Schwerkraft.

Strecke (s)

Fallbeschleunigung (g) (g = 9,81 m/s<sup>2</sup>)

Zeit (t)

Geschwindigkeit (v)

Formel:

$s = g/2 \cdot t^2$        $t = ?$

## 7.7 AB Usain Bolt gleichförmige Bewegung

### Gleichförmige Bewegung

Strecke (s)      Geschwindigkeit (v)      Zeit (t)

$$s = v \cdot t$$

$$v =$$

„Bei der Leichtathletik-Weltmeisterschaft 2009 in Berlin stellte Usain Bolt beim 100 Meter Lauf eine Weltrekordzeit von 9,58 s auf.“

Berechne die Durchschnittsgeschwindigkeit von Usain Bolt (m/s und km/h)!



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/07/Usain\\_Bolt\\_Olympics\\_cropped.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/07/Usain_Bolt_Olympics_cropped.jpg)

Die Zwischenzeiten von Usain Bolt:

Strecke (m)	Zeit (s)
10	1,58
20	2,87
30	3,78
40	4,65
50	5,50
60	6,32
70	7,14
80	7,96
90	8,79
100	9,58



[https://c2.staticflickr.com/5/5334/9086190838\\_350390d10d\\_b.jpg](https://c2.staticflickr.com/5/5334/9086190838_350390d10d_b.jpg)

Berechne die Durchschnittsgeschwindigkeit (m/s und km/h) von:

0 m auf 10 m
10 m auf 20 m
20 m auf 30 m
30 m auf 40 m
40 m auf 50 m
50 m auf 60 m
60 m auf 70 m
70 m auf 80 m
80 m auf 90 m
90 m auf 100 m

Diagramm zeichnen:

x-Achse → Strecke (m), y-Achse → Geschwindigkeit (m/s)

## **ERKLÄRUNG**

"Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Video Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird. Diese Erklärung gilt auch für die Kurzfassung dieses Berichts, sowie eventuell vorhandene Anhänge."