

IMST – Innovationen Machen Schulen Top

Kompetent durch praktische Arbeit - Labor, Werkstätte & Co

Radeln bringt Sägen

Schüler_innen bauen eine Fahrradmaschine

Projekt ID **2096**

durchgeführt an der
Bundesbildungsanstalt für Elementarpädagogik (BAfEP)
Linz, Lederergasse 32d
Im Schuljahr **2017/18**

von

Mag.^a Gabriele Müller

in Zusammenarbeit mit

Mag.^a Eva Fürthbauer, Mag. Stefan Mäser,
Roswitha Angerer und Alex Maitz

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	3
URHEBERRECHTSERKLÄRUNG	4
1 EINLEITUNG	5
2 ZIELE	6
2.1 Ziele auf Schüler_innenebene	6
2.2 Ziele auf Lehrer_innenebene	6
2.3 Gender-/Diversitätsziel	6
2.4 Verbreitung der Projekterfahrungen	6
3 DURCHFÜHRUNG INKLUSIVE FORMATIVER UND SUMMATIVER EVALUATION	7
3.1 Die Illusion vom Verständnis alltäglicher Dinge	7
3.1.1 Die Zeichnungen	7
3.1.2 Die verbale Beschreibung	9
3.1.3 Der Fragebogen	11
3.2 Lernen durch eigenes Tun	15
3.2.1 Die Recherche	15
3.2.2 What the f... is a valve?	17
3.2.3 Der Konstruktionsbaukasten	18
3.2.4 Physik-Unterricht	19
3.2.5 Hands on bicycle	19
3.2.6 Die Adaptierung der Säge	21
3.2.7 Adaptierung der Werkbank und Zusammenbau	21
4 EVALUATIONSMETHODEN	25
5 RESÜMEE	26

ABSTRACT

In vielen Regionen unserer Erde gibt es entweder keinen elektrischen Strom oder er ist für die Bewohner_innen dieser Weltgegenden unerschwinglich teuer.

Trotzdem wird mit Maschinen Wasser gepumpt, Mais gerebelt, werden Schneidwerkzeuge geschliffen oder Waschmaschinen betrieben – mit Muskelkraft! Sehr oft werden dazu Fahrräder genutzt.

Um meine Schüler_innen für die Abhängigkeit unserer Gesellschaft vom elektrischen Strom zu sensibilisieren, bzw. sie zu befähigen, sich selber im Bedarfsfall auch Alternativen schaffen zu können, habe ich mit ihnen als exemplarisches Beispiel eine Dekupiersäge mit Fahrradtrieb gebaut.

Bereits die Funktionsweise eines Fahrrades zu zeichnen oder verbal zu beschreiben, stellte für viele der Schüler_innen eine ziemliche Herausforderung dar. Die Dekonstruktion eines Fahrrades, das Hantieren mit Schraubenschlüsseln und Stecknüssen war für die meisten erst recht ungewohnt, brachte aber Einsichten in des Wortes eigentlicher Bedeutung.

Durch tatkräftige Unterstützung eines engagierten Studenten gelang schließlich das kleine Kunststück, und seither radeln und sägen wir.



12. Schulstufe

Werkerziehung; teilweise Physik

Kontakt: **Mag.^a Gabriele Müller**

BAfEP Lederergasse 32d

4020 Linz

beteiligte Klassen: 4A und 4C

30 beteiligte Schüler_nnen (28 w.; 2 m.)

URHEBERRECHTSERKLÄRUNG

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.

1. EINLEITUNG



Vor ein paar Jahren hörte ich in Ö1 eine Rezension des *Handbuchs für den Neustart der Welt* von Lewis Dartnell. Ich kaufte es mir und begann zu lesen. Auch wenn mir der etwas reißerische Stil des US-amerikanischen Autors nicht sonderlich gefiel, taten sich hier doch wesentliche Erkenntnisse für mich auf.

In einem Krisenfall wie etwa einem längeren Stromausfall würde der Großteil der Bevölkerung rascher als uns allen lieb wäre, wohl wieder auf den Zivilisationsstand des Mittelalters zurück fallen – ohne auch nur ansatzweise dafür gerüstet zu sein.

Gerade die Dinge, auf die es nach einem (wodurch auch immer hervorgerufenen) Zusammenbruch unserer Zivilisation ankommen würde, vermitteln wir unseren Schüler_innen im gegenwärtigen Bildungssystem immer weniger. **Handwerkliche Fertigkeiten werden zunehmend marginalisiert und auch die Einsicht in den Aufbau und die Funktionsweise alltäglicher – meist elektrisch betriebener – Maschinen verkümmert zusehends.**

Und so keimte schon damals die Idee zu einem Projekt wie diesem, das bei den Schüler_innen einerseits ein Bewusstsein für die Abhängigkeit von elektrischem Strom schaffen und andererseits ihr Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten entwickeln soll, z.B. in einem Krisenfall selber Alternativen schaffen zu können.

Als dann im vorigen Schuljahr die Einladung zur Teilnahme an den IMST-Projekten erfolgte, packte ich die Gelegenheit beim Schopf.

2. ZIELE

2.1 Ziele auf Schüler_innenebene

- Schaffung von Bewusstsein für die Abhängigkeit unserer Gesellschaft vom elektrischen Strom
 - Kennenlernen von Alternativen
 - Praktische Anwendung an einem exemplarischen Beispiel
-

2.2 Ziele auf Lehrer_innenebene

- bessere Verbindung von Theorie (Physik) und Praxis (Werkerziehung)
-

2.3 Gender-/Diversitätsziel

Das zahlenmäßige Verhältnis von Mädchen und Burschen an unserem Schultyp ist äußerst asymmetrisch. Der Beruf der Elementarpädagog_innen wird von Außenstehenden noch immer als typisch weibliche Domäne gesehen, worunter besonders die wenigen Burschen, die sich für die Arbeit im Kindergarten entschieden haben, leiden. Aber auch die Mädchen möchten sich nicht in dieses stereotype Korsett zwingen lassen. Ich will daher mit diesem Projekt ein bisschen gegensteuern.

- Mädchen sollen sich durch die Eigenerfahrung mit diesem Projekt im technischen Bereich mehr zutrauen.
 - Burschen sollen durch technische Inhalte (weg vom rein Gestalterischen) mehr motiviert werden
-

2.4 Verbreitung der Projekterfahrungen

Da die Durchführung des Projekts in einem unserer beiden Werkräume vonstatten geht, nimmt quasi die ganze Schulgemeinschaft am Werdegang der Fahrradsäge teil. Schüler_innen und Lehrer_innen anderer Klassen erkundigen sich, was wir denn hier tun, kommentieren den Fortschritt und verfolgen den Ausgang. Die am Projekt beteiligten Schüler_innen sind dadurch gefordert, ihr Tun zu reflektieren und zu erklären.

3. DURCHFÜHRUNG INKLUSIVE FORMATIVER UND SUMMATIVER EVALUATION

3.1 Die Illusion vom Verständnis alltäglicher Dinge

Um mir eine Vorstellung von den technischen Vorkenntnissen der Schüler_innen machen zu können, habe ich ihnen zwei kurze Aufgaben („Zeichne ein Fahrrad“ und „Beschreibe die Funktionsweise eines Fahrrades“) gestellt und sie einen Fragebogen ausfüllen lassen.

Diese Vorerhebungen erfolgten in beiden Klassen in gleicher Weise.

Die 4A Klasse besteht aus 13 Mädchen und 2 Burschen (2 Mädchen waren zum Zeitpunkt der Befragung erkrankt). Die 4C Klasse ist eine reine Mädchenklasse mit 15 Schülerinnen. Alle Teilnehmenden sind 17 oder 18 Jahre alt (12. Schulstufe).

Hinsichtlich des Geschlechts waren meiner Einschätzung nach kaum Unterschiede festzustellen. Aber um aussagekräftige Schlussfolgerungen zu ziehen, ist die untersuchte Personengruppe ohnehin viel zu klein.

Alle Schüler_innen gaben an, Fahrrad fahren zu können und alle außer einer, auch ein eigenes Fahrrad zu besitzen.

3.1.1 Die Zeichnungen

Die Aufgabenstellung lautete: „Zeichne ein Fahrrad“. Auf Nachfragen, wie genau die Zeichnung sein sollte, antwortete ich, dass es eine Skizze für jemanden sein sollte, der noch nie im Leben ein Fahrrad gesehen hat und wissen möchte, wie das aussieht und funktioniert.

Die Schüler_innen benötigten dafür zwischen 4 und 10 Minuten.

Die entstandenen „Modelle“ lassen sich in Hinblick auf die richtige oder unvollständige, bzw. definitiv falsche Darstellung des Antriebs in folgende Kategorien einteilen (erster Wert 4A, zweiter Wert 4C, dritter Wert Gesamtergebnis):

- ohne Antrieb (Laufmaschine, Draisine).....5 / 1 / 6
- Hochrad 1 / 0 / 1
- mit vager Andeutung von „etwas“1 / 1 / 2
- Pedale baumeln in der Mitte einfach vom „Rahmen“ herunter3 / 4 / 7
- Zahnrad mit Pedalen baumelt vom Rahmen 0 / 1 / 1
- mit baumelnden Pedalen und spiralförmiger Kette 0 / 1 / 1
- Kette verbindet Vorder- und Hinterrad1 / 1 / 2
- Kette vage irgendwo dazwischen 1 / 2 / 3
- fast funktionsfähig 0 / 2 / 2
- richtig (d.h. Kette führt von den Pedalen zum Hinterrad)..... 1 / 2 / 3

Hinsichtlich der Darstellung des Rahmens und der Radaufhängung lassen sich folgende Kategorien (mit teilweisen Überschneidungen) aufstellen:

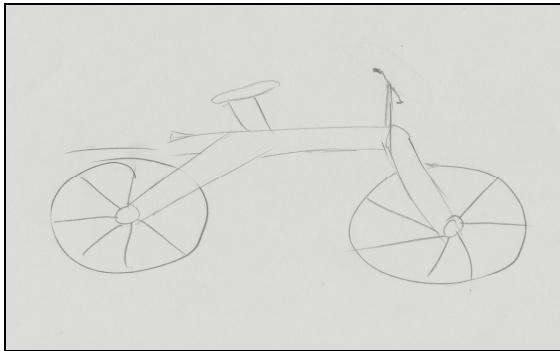
- „Rahmen“ liegt auf beiden Reifen auf 4 / 2 / 6
- starre Verbindung zwischen den Reifen 3 / 2 / 5

- ein Rad wird von einer „Gabel“ gehalten, beim zweiten sitzt der Rahmen auf dem Reifen auf 2 / 4 / 6
- beide Räder sind in „Gabeln“ gelagert 7 / 6 / 13
- sowohl Rahmen als auch Radaufhängung richtig gezeichnet 0 / 1 / 1

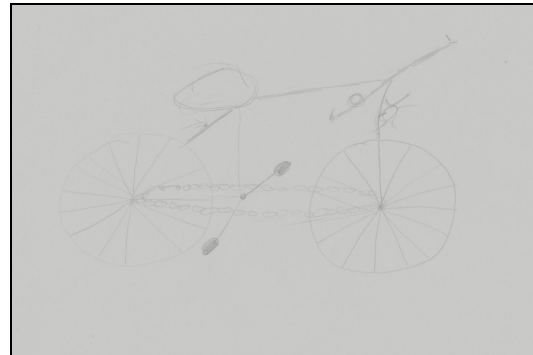
Insgesamt wurde von 28 Rädern nur ein einziges in beiden Beurteilungskategorien richtig gezeichnet.

Interessehalber habe ich die Aufgabe auch in anderen Jahrgängen und im berufsbegleitenden Kolleg gestellt. Die Teilnehmenden waren zwischen 14 und 51 Jahren alt. Die Ergebnisse waren überall dieselben.

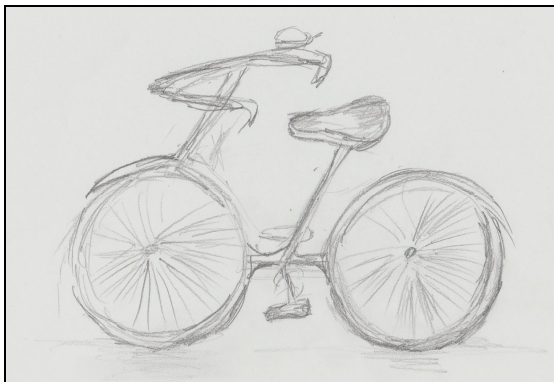
Einige Beispiele:



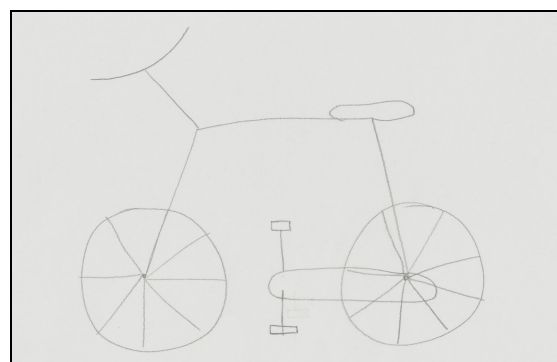
M, 51
stabiler Rahmen, aber nur eine Laufmaschine



W, 28
Kette verbindet Vorder- und Hinterrad



W, 21
schwungvoll und plastisch gezeichnet, jedoch mit starrer Verbindung zwischen den Rädern



W, 37
Die Kraftübertragung von den Pedalen zum Hinterrad ist richtig erfasst. Die Pedale hängen allerdings in der Luft.

Bei meinen eigenen Recherchen in Zusammenhang mit der Funktionsweise eines Fahrrades bin ich auf eine wissenschaftliche Abhandlung von **Rebecca Lawson** mit dem pointierten Titel "**The science of cycology**" (publiziert in *Memory & Cognition*, 2006) gestoßen.

Auch in dieser Studie wurden Zeichnungen eines Fahrrades analysiert. Rebecca Lawson kommt zu ganz ähnlichen Ergebnissen und spricht in diesem Zusammenhang von "Illusion of Explanatory Depth", einer Illusion vom Verständnis des Funktionierens alltäglicher Dinge. Die Studie wurde an der Universität von Liverpool durchgeführt und ist unter folgendem Link nachzulesen: <https://www.liverpool.ac.uk/~rlawson/cycleweb.html> (9. 10. 2017, 18:34)

3.1.2 Die verbale Beschreibung

Die Aufgabenstellung lautete: „Beschreibe die Funktionsweise eines Fahrrads“. Auch dafür benötigten die Schüler_innen ca. 5 bis 10 Minuten.

Ähnlich wie in den Zeichnungen wird auch verbal die eigentliche Kraftübertragung von den Pedalen zum Hinterrad entweder gar nicht, nur sehr vage oder falsch beschrieben.

Die Beschreibungen lassen sich wie folgt einteilen:

- eine Art „Betriebsanleitung“ für das Fahren, Erwähnung von Lenker, Bremse und Gangschaltung; Sicherheitstipps – ohne auf den Antrieb einzugehen 8 / 2 / 10
- Kette (bzw. „die Ketten“) als Antrieb wird genannt 1 / 4 / 5
- Es wird behauptet, dass die Kette beide Räder verbindet 4 / 5 / 9
- Richtige Beschreibung (Kette verbindet Pedale und Hinterrad) 0 / 4 / 4

Von 28 abgegebenen Beschreibungen entsprechen also nur 4 den technischen Gegebenheiten.

Einige Beispiele:

Stellen sie sich ~~so~~ neben das Fahrrad, damit ~~es~~ ein Reifen hinter ihnen und einer vorne ist, Setzen sie sich auf das Rad und achten sie darauf, dass die Lenkstange in ihren Händen liegt und vor ihnen ist. Nun stellen sie ihre Füße auf die Pedale und treten sie los. ~~Die~~ Jetzt werden die Reifen durch die ~~das~~ Kette ins Rollen gebracht und sie fahren los. Achten sie jetzt darauf, dass sie nicht umfallen.

Stellen Sie sich so neben das Fahrrad, dass ein Reifen hinter Ihnen und einer vorne ist. Setzen Sie sich auf das Rad und achten Sie darauf, dass die Lenkstange in Ihren Händen liegt und vor Ihnen ist. Nun stellen Sie Ihre Füße auf die Pedale und treten Sie los. Jetzt werden *die Reifen* durch die Kette ins Rollen gebracht und Sie fahren los. Achten Sie jetzt darauf, dass Sie nicht umfallen. (M, 17)

Man setzt sich auf den Sitz. Wichtig ist das Gleichgewicht zu halten. Um loszufahren trittst du in die Pedale. Die Pedale setzen die Kette in Bewegung, welche die Räder zum drehen bringt. Es gibt auch eine Bremse, die auf die Räder drückt und sie zum Stoppen bringt. Die Bremsen werden an der Lenkung betätigt.

Man setzt sich auf den Sitz. Wichtig ist, das Gleichgewicht zu halten. Um loszufahren, trittst du in die Pedale. Die Pedale setzen die Kette in Bewegung, welche *die Räder* zum Drehen bringt. Es gibt auch eine Bremse, die auf die Räder drückt und sie zum Stoppen bringt. Die Bremsen werden an der Lenkung betätigt. (W, 17)

Ein Fahrrad funktioniert so:

Zwei Räder sind durch ein Metallgerüst mit sich bewegenden Achsen verbunden. ~~Die~~ Diese Achsen wiederum, können durch eine Kette, die ~~zu~~ durch das In-sich-greifen der Kette und Zacken von einer Person, welche in die Pedale des Fahrrads tritt, bewegt werden.

Dadurch bewegen sich die Räder und das Rad bewegt sich vorwärts.

Ein Fahrrad funktioniert so: Zwei Räder sind durch ein Metallgerüst mit sich bewegenden Achsen verbunden. Diese Achsen wiederum können durch eine Kette, die durch das In-sich-greifen der Kette und der Zacken von einer Person, welche in die Pedale tritt, bewegt werden. Dadurch bewegen sich die Räder und das Rad bewegt sich vorwärts. (W, 17)

Das Fahrrad funktioniert, indem man auf die Pedale tritt und dadurch dreht sich das Zahnrad mit der Kette. Es gibt mehrere Gänge, die den Schwierigkeitsgrad / Stärke des Treuens verändern. Das Lenkrad dient zur Richtungsänderung. Die Bremsen sind am Lenkrad und durch das Drücken wird beim Reifen vorne u. hinten gebremst.

Das Fahrrad funktioniert, indem man auf die Pedale tritt, und dadurch dreht sich das Zahnrad mit der Kette. Es gibt mehrere Gänge, die den Schwierigkeitsgrad / Stärke des Treuens verändern. Das Lenkrad dient zur Richtungsänderung. Die Bremsen sind am Lenkrad, und durch das Drücken wird beim Reifen vorne und hinten gebremst. (W, 17)

Wie funktioniert ein Fahrrad?

Ein Fahrrad hat 2 Reifen und einen Sitz, welches durch ein Gestänge miteinander verbunden sind, zu ~~und~~ einem Lenker.

Die Räder sind mit einer Kette verbunden, an deren Pedale ~~und~~ durch das Treten der Pedale werden die Räder angetrieben - das Fahrrad fährt :)

Wie funktioniert ein Fahrrad? Ein Fahrrad hat zwei Reifen und einen Sitz, welche durch ein Gestänge miteinander verbunden sind zu einem Lenker. Die Räder sind mit einer Kette verbunden, an denen (?) Pedale sind. Durch das Treten der Pedale werden die Räder angetrieben. Das Fahrrad fährt. (W, 18)

Ein Fahrrad hat zwei Räder, einen Lenker, einen Sitz/Sattel, Bremse, Kette - kann man spannen oder nicht (verschiedene Gänge), Pedale

die Räder sind durch die Kette verbunden. Wenn man in die Pedale tritt dreht sich die Kette und die Reifen drehen sich - man bewegt sich fort!

Der Lenker ist am Vorderrad befestigt und so kann man die Reifen in diverse Richtungen stellen!

Ein bisschen „Kraft“, Bewegung, Ausdauer ^{und Motivation} geht's

schon los! :)

Viel Spaß

Ein Fahrrad hat zwei Räder, einen Lenker, einen Sitz/Sattel, Bremse, Kette (kann man spannen oder nicht - verschiedene Gänge), Pedale. Die Räder sind durch die Kette verbunden. Wenn man in die Pedale tritt, dreht sich die Kette und die Reifen drehen sich. Man bewegt sich fort! Der Lenker ist am Vorderrad befestigt, und so kann man die Reifen in diverse Richtungen stellen! Ein bisschen Kraft, Bewegung, Ausdauer - und schon geht's los. Viel Spaß! (W, 17)

3.1.3 Der Fragebogen

Folgende Fragen wurden gestellt:

Was ist eine Maschine? Definiere den Begriff in eigenen Worten:

Im Alltag benutze ich viele Maschinen – und zwar (nenne möglichst alle, die du z.B. gestern verwendet hast):

Ich verstehe, wie diese Maschinen funktionieren.

bei allen

bei den meisten

bei einigen

bei keiner

Im Physikunterricht habe ich bereits einiges über Mechanik gelernt – und zwar (beschreibe mechanische Gesetze oder Beispiele mechanischer Arbeit wie z.B. „heben“, die du gelernt hast):

Welche physikalischen Größen (wie z.B. „Kraft“) spielen bei Maschinen eine Rolle?

Ich kenne Maschinenteile und kann ihre Funktion erklären:

Hebel = _____

Zahnrad = _____

Nocke = _____

Weitere: _____

Ich kann dieses Wissen im Alltag anwenden.

vollständig

teilweise

kaum

gar nicht

Ich interessiere mich für Maschinen und ihre Funktionsweise.

im Bereich Fortbewegung (Auto, Flugzeug, Schiff,...)

im Bereich Haushalt (Kaffeemaschine, Waschmaschine,...)

im Bereich Werkstatt (Bohrmaschine, Bandsäge, ...)

Ich traue mir zu, eine einfache Maschine selbst zu konstruieren und zu bauen.

ja

nein

männlich weiblich

Alter _____

Die Definition einer Maschine war bei fast allen Schüler_innen mehr oder weniger richtig. Zumeist wurden Maschinen als Geräte beschrieben, die von Menschen gebaut werden, um ihnen die Arbeit zu erleichtern. Sehr oft wurde angegeben, dass Maschinen mit elektrischem Strom funktionieren.

Einige Schüler_innen der 4A Klasse verweigerten die Definition oder gaben „lustige“ Kommentare ab (z.B.: „Gegner von Marshall“)

Als Maschinen, die von den Schüler_innen benutzt werden, wurden genannt:

- Waschmaschine	6 / 15 / 21
- Geschirrspüler	8 / 11 / 19
- Auto	7 / 6 / 13
- Bus	7 / 6 / 13
- Kaffeemaschine	6 / 6 / 12
- Ofen/Herd	4 / 5 / 9
- Computer / Laptop	5 / 3 / 8
- Föhn	4 / 3 / 7
- Handy	6 / 1 / 7
- Küchenmaschine	0 / 6 / 6
- Mixer	1 / 4 / 5
- Fernseher	2 / 2 / 4
- Staubsauger	3 / 1 / 4
- Kühlschrank	1 / 2 / 3
- Wäschetrockner	1 / 2 / 3
- Mikrowelle	2 / 1 / 3
- Straßenbahn	3 / 0 / 3
- Nähmaschine	0 / 2 / 2
- Bohrmaschine	0 / 2 / 2
- Radio	1 / 1 / 2
- Wasserkocher	2 / 0 / 2
- Zug.....	1 / 1 / 2
- Glätteisen	2 / 0 / 2
- „alles“.....	2 / 0 / 2
- Dampfgarer	0 / 1 / 1
- Heckenschere.....	0 / 1 / 1
- Schleifmaschine.....	0 / 1 / 1
- Kreissäge	0 / 1 / 1
- Motorsäge	1 / 0 / 1
- Smoothy Maker	0 / 1 / 1
- Beamer	0 / 1 / 1
- Kompressor	0 / 1 / 1
- Zahnbürste	1 / 0 / 1
- Laufband	1 / 0 / 1
- Wasserhahn	1 / 0 / 1
- Fahrrad	1 / 0 / 1

Interessant, dass das Fahrrad, das vorher ja bereits im Mittelpunkt gestanden hatte, nur ein einziges Mal genannt wird.

Auffällig ist auch, dass das Handy – von allen stets benützt – nur siebenmal genannt wurde (im Vergleich dazu etwa die Waschmaschine mit 21 Nennungen). Es wird offenbar nur von wenigen als eine Maschine begriffen.

Zum Verständnis der Funktion der jeweils genannten Maschinen wird angegeben:

- bei allen.....	3 / 1 / 4
- bei den meisten	5 / 2 / 7
- bei einigen	4 / 9 / 13
- bei keiner	1 / 1 / 2
- keine Angabe.....	0 / 2 / 2

Zu den mechanischen Gesetzen und dem physikalischen Begriff „Arbeit“ wurden genannt:

- Hubarbeit („heben“ war als Beispiel im Fragebogen angegeben)	1 / 8 / 9
- Spannarbeit	0 / 1 / 1
- Beschleunigungsarbeit	0 / 1 / 1
- Reibung	0 / 2 / 2
- Bewegung	1 / 0 / 1
- schieben	1 / 0 / 1
- drücken	1 / 0 / 1
- ziehen	1 / 0 / 1
- keine Angabe	9 / 7 / 16

Als physikalische Größen wurden genannt:

- Kraft (wurde als Beispiel im Fragebogen angegeben)	0 / 5 / 5
- Wärme	0 / 3 / 3
- Druck.....	0 / 3 / 3
- Reibung.....	0 / 2 / 2
- Beschleunigung.....	0 / 2 / 2
- Temperatur	0 / 1 / 1
- elektrischer Strom	0 / 1 / 1
- Hubarbeit.....	0 / 1 / 1
- Masse.....	0 / 1 / 1
- Gewicht	2 / 0 / 2
- Form	1 / 0 / 1
- keine Angabe	8 / 7 / 15

Die Nennung und Erklärung von Maschinenteilen ergab Folgendes:

- Hebel (war als Beispiel genannt) wird erklärt als Ein- und Aus-Schalter oder Schalthebel	5 / 11 / 16
- Hebel wird erklärt als hilfreich, um schweres Gewicht zu heben	7 / 0 / 7
- Zahnrad (war ebenfalls als Beispiel genannt) wird erklärt als mit weiteren Zahnrädern in Verbindung stehend	4 / 3 / 7
- Zahnrad wird erklärt als beim Fahrrad verwendet.....	0 / 2 / 2
- Zahnrad wird erklärt als zuständig für Kraftübertragung	1 / 2 / 3

(Eine Schülerin gibt kurioserweise an, dass alle Zahnräder sich im Uhrzeigersinn drehen.)

- Zahnrad wird erklärt als die Kette oder Riemen bewegendes Element1 / 1 / 2
- Zahnrad wird erklärt als Antrieb 3 / 0 / 3
- Knopf (zum Drücken) wird als einziger nicht als Beispiel genannter Maschinenteil angeführt 0 / 1 / 1

Das Wissen darüber, Maschinen im Alltag anwenden zu können, beantworten die Schüler_innen folgendermaßen:

- vollständig1 / 0 / 1
- teilweise 5 / 6 / 11
- kaum6 / 7 / 13
- gar nicht 0 / 2 / 2
- keine Angabe 1 / 0 / 1

Quasi als logische Konsequenz der bisherigen Antworten trauen es sich nur 4 von 28 Schüler_innen zu, selber eine einfache Maschine zu konstruieren und zu bauen.

Auffällig ist, dass beide Burschen zu diesen Vier gehören, die alle aus der 4A Klasse stammen, die in vielen Punkten schlechter als die Parallelklasse abgeschnitten hat. Trotzdem glauben diese Schüler_innen eher, sich bei Maschinen auszukennen.

Bei der Frage nach dem Interesse für bestimmte Maschinengattungen ergibt sich folgendes Bild:

- Maschinen zur Fortbewegung4 / 3 / 7
- Maschinen im Haushalt 7 / 13 / 20
- Maschinen in der Werkstatt 1 / 3 / 4
- gar kein Interesse für Maschinen 3 / 1 / 4

3.2 Lernen durch eigenes Tun

3.2.1 Die Recherche

Im Anschluss an die Erhebung des Vorwissens wurde den Schüler_innen das Vorhaben, selbst eine Fahrradmaschine zu bauen vorgestellt. Sie wurden aufgefordert, zu recherchieren, welche Fahrradmaschinen schon gebaut wurden. Die meisten Schüler_innen benutzten dazu ihre Handys und kamen zu den erwartbaren Ergebnissen:

sog. *Bicimaquinas* in Guatemala und anderen süd- und mittelamerikanischen Ländern, wo aus Strommangel Muskelkraft eingesetzt wird, um Pumpen, Maisrebel-Maschinen u. v. a. zu betreiben



https://at.images.search.yahoo.com/yhs/search;_ylt=AwrIRhVFnddbRDIApiZvMgx.?p=bicimaquina&fr=yhs-iry-fullyhosted_003&fr2=piv-web&hspart=iry&hsimp=yhs-fullyhosted_003&type=wbfsvideosft_17_01#id=3&iurl=https%3A%2F%2Fwww.greenme.it%2Fimages%2Fstories%2Fmuoversi%2Fbici%2FBicimaquina.jpg&action=click



https://at.images.search.yahoo.com/yhs/search;_ylt=AwrIRhVFnddbRDIApiZvMgx.?p=bicimaquina&fr=yhs-iry-fullyhosted_003&fr2=piv-web&hspart=iry&hsimp=yhs-fullyhosted_003&type=wbfsvideosft_17_01#id=10&iurl=http%3A%2F%2Frodrigobarba.com%2Fblog%2Fwp-content%2Fuploads%2F2012%2F03%2Fbicimaquina_3.jpg&action=click

Wasserfahrräder



https://at.images.search.yahoo.com/yhs/search;_ylt=AwrIRhW_nTdbQGUAWuBvMgx.?p=wasserfahrrad&fr=yhs-iry-fullyhosted_003&fr2=piv-web&hspart=iry&hsimp=yhs-fullyhosted_003&type=wbfsvideosft_17_01#id=22&iurl=http%3A%2F%2Fimage.img-erento.com%2Ffahrrad%2Fwasserfahrrad-mountain-water-b-fahrrad-2929555-5257823_dia.jpg&action=click

historische Fotos von durch Fahrräder betriebenen Maschinen – z.B. zum Schleifen von Messern und Scheren



https://at.images.search.yahoo.com/yhs/search;_ylt=AwrJ7B3ynjdb5i4AJYGWCYpQ;_ylu=X3oDMTBsZ29xY3ZzBHNIYwNzZWfY2gEc2xrA2J1dHRvbg--;_yle=X1MDMTM1MTIyMzcwMgRfcgMyBGFjdG4DY2xrBGJjawM2NTRpMHA5ZGpmN24wJTl2YiUzRDMIMjZzJTNEdWgEY3NyY3B2aWQDWjlRdnpURXdMakppa2tES1d6ZWU0QU0xT0RFdU1RQUFBQUlxSGpoWQRmcgN5aHMtaXJ5LWZ1bGx5aG9zdGVkXzAwMwRmcjIDc2EtZ3AEZ3ByaWQDZHlXaXFoLkVSc0ducThXdX0cEEExQQRtdGVzdGlkA251bGwEb19zdWdnAzAEb3JpZ2luA2F0LmltYWdscy5zZWfY2gueWFob28uY29tBHBvcwMwBHBxc3RyAwRwcXN0cmwDBHFzdHJsAzl0BHF1ZXJ5A21lc3NlciBzY2hsZWlmZW4gZmFocnJhZAR0X3N0bXADMtUzMDM3MTg1MQR2dGVzdGlkA251bGw-?gpid=dyWiqh.ERSGnq8WuwtpA1A&pvid=Z9QvzTEwLjJikkDKWzee4AM1ODEuMQAAAAAB1HjhY&p=messer+schleifen+fahrrad&fi=yhs-iry-fullyhosted_003&fr2=sb-top-at.images.search.yahoo.com&ei=UTF-8&n=60&x=wrt&type=wb_fsvideosft_17_01&hsimp=yhs-fullyhosted_003&hspart=iry#id=5&iurl=http%3A%2F%2Fwww.sonneninsel-teneriffa.de%2Fbilder%2Fblog%2Fscherenschleifer%2Fmesser-schleifen.jpg&action=click

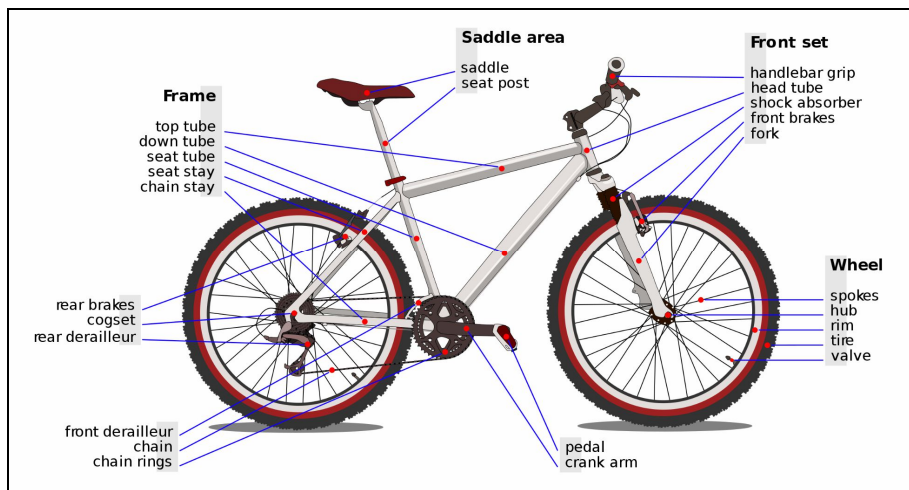
Im Anschluss an die Rechercharbeit wurde besprochen, welche Konsequenzen ein längerer Stromausfall für uns alle hätte, was dann alles nicht mehr funktionieren würde.

Die Schüler_innen nannten dabei viele Dinge, die offensichtlich mit elektrischem Strom funktionieren (Beleuchtung, E-Herd, Handy, etc.), blendeten aber fast alle Bereiche aus, bei denen die Elektrik quasi versteckt funktioniert (Wasserversorgung, Klospülung, Benzinpumpen an Tankstellen, etc.).

3.2.2 What the f... is a valve?

In einer nächsten Unterrichtseinheit erhielten die Schüler_innen von mir Arbeitsblätter mit der – im Gegensatz zu ihren eigenen Zeichnungen – richtigen Darstellung eines Fahrrades und der Bezeichnung der einzelnen Teile auf Englisch. Sie sollten die Begriffe übersetzen und sich dabei auch die Funktionsweise der einzelnen Teile vergegenwärtigen.

Die Idee dazu war mir gekommen, weil die 4A eine CLIL-Klasse ist. Ich habe diese Übung dann aber in beiden Klassen durchgeführt. Die Übersetzung fiel allen Schüler_innen im Wesentlichen recht leicht.

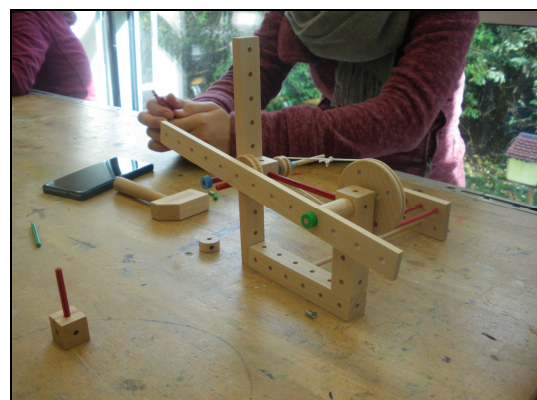
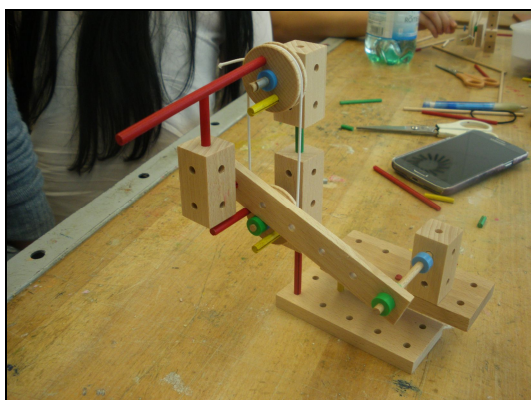


3.2.3 Der Konstruktions-Baukasten

Im Anschluss daran forderte ich die Schüler_innen dazu auf, sich zu überlegen, wie die Drehbewegung des Fahrrades in eine Auf- und Ab-Bewegung der Säge übersetzt werden kann und stellte ihnen dazu Konstruktionsmaterial zur Verfügung. Ich hatte dafür über unser WE-Kustodiat aus Schulmitteln drei *Matador*-Baukästen angeschafft.

Ich war ziemlich darüber verblüfft, dass keine einzige SchülerIn Erfahrung mit diesem Material hatte. Die *Matador*-Baukästen sind nicht (mehr) gebräuchlich, erfreuten sich aber offenbar gerade dadurch großer Beliebtheit. Einige Schüler_innen waren ganz aus dem Häuschen darüber, was man damit alles machen kann, nachdem ich ihnen die einfachsten Prinzipien der Handhabung erklärt hatte. Ich kann das Material auf Grund meiner Erfahrungen zur Veranschaulichung mechanischer Prinzipien nur wärmstens empfehlen.

Die Schüler_innen arbeiteten jeweils zu zweit, und nicht alle Paare kamen eigenständig zu einem brauchbaren Ergebnis. Manche Konstruktionen muss man – vor allem auf Grund ihrer Instabilität – unumwunden als gescheitert bezeichnen.



Eigenständige Lösungen wurden kaum gefunden. Nach Hilfestellung bauten die meisten Schüler_innen Konstruktionen mit exzentrisch gesteckten Stäbchen, die einen Balken anheben. Die meisten Paare griffen zu gleich großen Rollen für den Keilriemen (Rundgummi).

Da jedoch gleich große Rollen nicht in genügender Anzahl vorhanden waren, entdeckten so manche Schüler_innen quasi zufällig die Möglichkeit der Übersetzung und waren entzückt zu sehen, dass die kleineren Rollen sich wesentlich schneller drehen.

3.2.4 Physikunterricht

Parallel dazu wurde das Thema auch im Physikunterricht der beiden Klassen behandelt. Die Vorgespräche mit den beiden Kolleg_innen, Mag.^a Eva Fürthbauer und Mag. Stefan Mäser, die in der 4A und 4C Physik unterrichten, waren nicht ganz einfach. Nicht, weil die beiden das Projekt nicht unterstützen wollten, sondern weil sie nicht recht wussten, wie. Und offen gesagt, wusste ich auch nicht, was ich eigentlich von ihnen erwartete.

Ich hatte mir gedacht, auch sie könnten von dem Projekt für ihr Fach profitieren, den Schüler_innen anhand dieser Arbeit irgendwelche physikalischen Gesetze anschaulich machen oder etwas in der Art. Aber sie klärten mich darüber auf, dass das eigentlich Stoff der Unterstufe sei und sie diese Inhalte quasi in ihren diesjährigen – ohnehin überfrachteten – Lehrplan irgendwie hineinquetschen müssten.

Es zeigte sich wieder einmal, wie wenig Lehrende unterschiedlicher Fächer eigentlich voneinander wissen und wie sehr wir alle von fachlichen Zwängen vereinnahmt sind. Fächerübergreifender Unterricht ist vielfach nur möglich, wenn die Beteiligten sich ihn einfach leisten und das Regelwerk ignorieren.

In unserem Fall sah das so aus, dass in einer Physikstunde erörtert wurde, welche technischen Möglichkeiten es gibt, eine Rotationsbewegung in eine geradlinige Bewegung umzuwandeln. Dazu wurde ein einfaches Modell aus Karton gebaut, um den Vorgang genauer zu untersuchen – etwa wurden die Verläufe der Winkelgeschwindigkeit der Rotationsbewegung und der Translationsgeschwindigkeit der geradlinigen Bewegung verglichen. Auch der Begriff der Übersetzung, der Gangschaltung bei Fahrrädern wurde analysiert und anhand von Computer-Animationen beobachtet.

3.2.5 Hands on Bicycle

In der nächsten Unterrichtseinheit in der 4A kamen Rosi und Alex von der Fahrradwerkstatt zu uns in die Schule. Sie hatten einen alten Drahtesel dabei, der von den Schüler_innen umgebaut werden sollte.

Zunächst zeigten sie uns aber auch noch Bilder von historischen und aktuell verwendeten Fahrradmaschinen und erklärten die Funktionsweise und die Teile des mitgebrachten Fahrrads noch einmal sehr anschaulich.

Dann ging es an die Arbeit. Nur zögerlich beteiligten sich anfangs einige Schüler_innen, beide Burschen jedoch sofort. Dank „Rolemodel“ Rosi kamen dann auch weitere Mädchen dazu, einige widerstanden jedoch bis zuletzt den freundlichen Aufforderungen und blieben lieber Zuschauerinnen.

Das Fahrrad wurde demontiert. Das Hinterrad wechselte an die Stelle des Vorderrads.



Bis zum nächsten Treffen sollten die Schülerinnen das umgebaute Rad in einen Holzrahmen einpassen, anheben (damit das Rad keine Bodenhaftung mehr hätte und den Riemen antreiben könnte) und stabilisieren. Das war leichter gesagt als getan. Die Konstruktion war und blieb ein „Wackelpudding“. Auch erwies es sich, dass die Positionierung des Sattels nun nicht mehr passte. Ließen wir ihn, wo er ursprünglich war, dann waren die Beine zu weit hinten und man musste quasi nach hinten treten, und setzten wir ihn an die Stelle der Lenkstange, die jetzt ja nicht mehr gebraucht wurde, wurden manchen Schüler_innen die Beine zu kurz. Der Sattel hätte genau dazwischen sein müssen. Aber wie ihn mit unseren Mitteln befestigen?



Der Fehlversuch

Schließlich entschieden wir, anstelle des umgebauten Fahrrades auf seiner Wackelkonstruktion lieber einen Uralt-Hometrainer, den wir geschenkt bekommen hatten, zu verwenden. Er war stabil und das Rad war bereits in der gewünschten erhöhten Position.

3.2.6 Die Adaptierung der Säge

In der Zwischenzeit waren wir auf der Suche nach einer gebrauchten, bzw. kaputten Dekupiersäge. Ein Motorschaden wäre uns ja egal gewesen! Aber die Suche erwies sich als äußerst schwierig. Die auf *Willhaben* oder anderen Internet-Flohmärkten angebotenen Geräte waren alle funktionstüchtig und nur wenig billiger als eine nagelneue Säge aus dem Baumarkt. Schließlich kauften wir vom IMST-Budget eine neue Säge und bauten den Motor aus.

Beim nächsten Besuch begutachtete Alex die Säge und nahm Maß, um einen geeigneten Zwischenteil für uns anfertigen zu können. Der musste geschweißt werden, was in der Schule nicht möglich ist.

Außerdem musste in den Gusseisen-Sockel der Säge ein Schlitz geschnitten werden, damit der Antriebsriemen sich bewegen könnte. Dies wurde mit einer Trennscheibe bewerkstelligt.

Dann geschah lange nichts. Die Pause ergab sich aus einem Auslandsaufenthalt unserer Helfer_innen, aus diversen Ferienzeiten und natürlich auch aus dem Umstand, dass wir in der Wartezeit andere Dinge angefangen hatten, die eigentlich auf dem Lehrplan standen und die wir auch zunächst abschließen wollten. So ergab es sich, dass wir erst am allerletzten Unterrichtstag der 4C das Projekt abschließen konnten. Aber dann....!

3.2.7 Adaptierung der Werkbank und Zusammenbau

Vom Schulwart hatten wir uns eine alte Schulbank organisiert, die bereits jahrelang im Keller vor sich hingedöst hatte, ehe wir ihr zu einem neuen Leben verholfen haben. Auch ihr wurde mit der Stichsäge zu Leibe gerückt, damit der Riemen sich bewegen könnte. Die alte Bank musste auch ein bisschen restauriert werden, da sie ein wenig wackelte.



Alles wurde zunächst in sich fest verschraubt.



Auch der Hometrainer musste erst adaptiert werden. Der Vollgummireifen ließ sich nur mit einer Pucksäge entfernen. Dann wurde das Rad wieder angebracht.



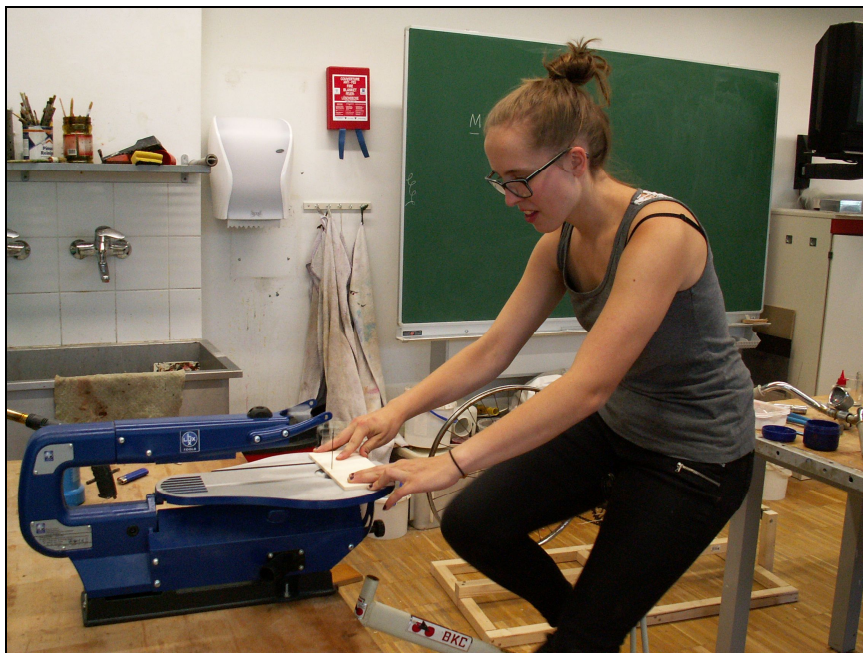
Zu lange Schrauben wurden mit der Metallsäge gekürzt.

Dann befestigten wir die Säge auf dem Tisch und passten den richtigen Abstand des Rades an, um schließlich auch dieses mit der Werkbank zu verschrauben.



Zum Schluss wurde der Riemen eingelegt und die Enden mit dem Bunsenbrenner angeschmolzen und verschweißt.

Dann kam der lang ersehnte Moment. Würde alles funktionieren? Ja!
Jede einzelne der Gruppe klatschte mit Alex ab, schwang sich auf das Rad und sägte ein Sperrholzrestchen auseinander.





4. EVALUATIONSMETHODEN

Was mir als Lehrerin eines praktischen Unterrichtsfaches seit jeher Schwierigkeiten bereitet, ist die Evaluation des Unterrichtsertrags. **Was Schüler_innen im Fach Werkerziehung lernen, dem ist mit dem herkömmlichen schulischen Instrumentarium sprachlastiger Überprüfungsverfahren nur schwer beizukommen.**

Die Geschicklichkeit, die sie im Umgang mit Werkzeugen und Materialien erwerben, die Einsicht in funktionale Zusammenhänge und das Einsetzen dieses Wissens bei künftigen Aufgaben und letztlich die Freude und der Stolz über das Gelingen, sind nicht durch schriftliche Tests oder mündliche Befragungen zu belegen, sondern zeigen sich nur wiederum in der praktischen Arbeit.

Eine mögliche Form der Evaluation stellte für mich die Wiederholung des eingangs gemachten „Zeichentests“ dar. Und tatsächlich zeigten sich doch **bei den meisten Schüler_innen deutliche Verbesserungen, was die Funktionstüchtigkeit der gezeichneten Fahrräder angeht.**

Außerdem stellte das Funktionieren der Maschine selbst *die* Evaluation schlechthin dar! Um ein Lieblingszitat meines Großvaters zu bemühen: „Probieren geht über Studieren.“

5. RESÜMEE

Unterm Strich war das Projekt doch anstrengender als ich ursprünglich gedacht hatte. Zum einen bewirkten die langen Pausen zwischen den einzelnen Arbeitsschritten, dass bei allen Beteiligten irgendwann die Luft draußen war. **So eine Sache in einem durchzuziehen ist beim derzeitigen Schulbetrieb nicht möglich. Eine Doppelstunde ist zu kurz und bis zur nächsten vergeht zumindest eine Woche, oft mehr durch Praxiswochen, Feiertage oder Ferien.**

Zum anderen ist es schwierig, die ganze Gruppe gleichzeitig mit Aufgaben zu betrauen. **Für manche Arbeitsschritte braucht es nur wenige Hände. Die Anderen der Gruppe schauen entweder nur zu oder sie machen parallel dazu etwas ganz Anderes. Dadurch schwindet die Identifikation mit dem Projekt.**

Trotzdem glaube ich, dass die Schüler_innen viel gelernt haben, und sei es nur den Gebrauch von Werkzeugen, die sonst im Unterricht selten vorkommen wie z. B. diverse Schraubenschlüssel und Stecknüsse für das Zerlegen und Zusammenbauen der Maschine. Hier war es oft auch eine Herausforderung, die Drehbewegung an unzugänglichen Stellen überhaupt durchzuführen. Was tun, wenn ein normaler Schraubendreher zu lang ist, wenn eine Mutter zu fest sitzt oder sich verkantet hat? Usw.

Alex meint dazu: „Ich find ja, dass "einfach mal irgendetwas auseinander nehmen" immer und überall zu kurz kommt.“

Schließlich belohnte uns alle der Stolz auf das gemeinsame Werk, das tatsächlich funktioniert und fortan in der Werkstatt stehen wird.

Insofern sind die Ziele auf Schüler_innenebene weitgehend erreicht worden. Was dagegen jene auf Lehrer_innenebene anbelangt, muss ich leider feststellen, dass diese kaum erreicht wurden. **Aus meiner Sicht als Werkerzieherin stelle ich eine hohe Theorielastigkeit im Fach Physik fest. Die Schüler_innen lernen physikalische Gesetze und Formeln – ohne diese wirklich zu verstehen – für die jeweiligen Tests und vergessen sie rasch wieder (s. Auswertung des Fragebogens, S. 13), weil kein Transfer in praktische Anwendungen erfolgt. Hier liegt meines Erachtens eine große Chance in der Zusammenarbeit mit der Werkerziehung, die von Bildungsverantwortlichen leider bislang nicht gesehen und genutzt wird. Im Gegenteil wurde die Werkerziehung in den vergangenen Jahrzehnten wiederholt gekürzt und muss ständig um Stunden bangen.**