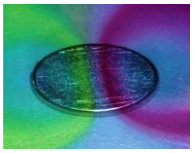
IMST – Innovationen Machen Schulen Top

Themenprogramm: Kompetenzen im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht



VON DER IDEE ZUM PRODUKT

DIE AUTOMATISIERTE ZUCKERSTRASSE

PHYSIK ALS NOTWENDIGE GRUNDLAGEN IN TECHNISCHEN BERUFEN

ID2083

Eva-Maria Koss-Thosold MA, BEd

Clemens Koss

PTS 3; TU Wien

Wien, Juni 2018

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS **2**

ABSTRACT **3**

1 AUSGANGSSITUATION **4**

2 ZIELE **5**

2.1 Ziele auf LehrerInnen-Ebene 5

2.2 Ziele auf SchülerInnen-Ebene 6

2.3 Ziele in Hinblick auf Diversität und Gender 7

3 PLANUNG **8**

3.1 Projektablauf und Maßnahmen 8

3.2 Kompetenzorientierte Unterrichtsplanung 9

3.3 Geplante kompetenzorientierte Aufgaben 12

4 DURCHFÜHRUNG **14**

4.1 Beschreibung der Umsetzung 14

4.2 Stationenbetrieb - Präsentation 18

4.3 Verbreitung und Vernetzung 20

5 PROJEKTPRODUKTE UND ERKENNTNISSE **22**

5.1 Evaluationskonzept 22

5.2 Auswertung 23

5.3 Interpretation 31

6 RESÜMEE UND AUSBLICK **34**

7 LITERATUR **36**

8 ANHANG **37**

ERKLÄRUNG **38**

ABSTRACT

Wer hat nicht als Kind gerne mit LEGO oder LEGO-Technik gespielt? Man kann so interessante Modelle bauen. Wenn sich diese auch noch per Computer steuern lassen, umso besser! In Kooperation mit Studierenden der TU Wien und FH Technikum Wien konnten wir dies für eine Klasse der PTS Wien 3 in eine große Gemeinschaftsarbeit übersetzen. Durch den eigenständigen Bau von Kranmodellen, wurden, in Gruppen, sowohl die naturwissenschaftlichen Voraussetzungen, als auch die bauliche Umsetzung mit LEGO erarbeitet und umgesetzt. Mit Hilfe der einfachen, bildhaften Programmiersprache von LEGO-Mindstorms wurde mit den Jugendlichen spielerisch die Welt des Programmierens erschlossen. Das Ziel war es einen Kaffee zu süßen. Dafür wurden die programmierten Kräne zu einer Straße gereiht und die Weitergabe des Zuckerwürfels ermöglicht.

Die Zusammensetzung der Gruppen wurde gezielt auf die Betrachtung des Geschlechterzugangs zu technischen Bereichen festgelegt. Dieser soziale Aspekt bildete einen wichtigen Teil der Evaluation. Für diese wurden von den SchülerInnen Protokolle erstellt, die nicht nur technische Details festhielten, sondern auch über die Befindlichkeit der einzelnen Gruppen und deren Mitglieder Auskunft gaben. Zusätzlich wurden die technischen Fortschritte festgehalten. Parallel dazu machten die Betreuungspersonen Aufzeichnungen zu den unterschiedlichen Workshops, die den Selbstreflexionen der Gruppen gegenübergestellt wurden.

Fragebögen am Ende des Projekts gaben genauere Auskunft was die SchülerInnen für sich selbst aus dem Projekt mitnahmen.

Das gelungene Projekt wurde drei Klassen (zwei Klassen 5. Schulstufe, 1 Klasse 8. Schulstufe) bei einem Stationenbetrieb mit sieben Stationen von den SchülerInnen präsentiert. Anschließend wurden die Gäste, anhand eines Kurzfragebogens, befragt. Die Gäste merkten an, dass ihre Fragen von den SchülerInnen der PTS sehr gut beantwortet wurden. Für die jüngeren Gäste stand der spielerische Aspekt im Vordergrund, für die Gruppe der älteren Gäste standen die technischen Aspekte im Vordergrund. Auch die ProjektteilnehmerInnen wurden befragt. Sie fühlten sich gut für die Präsentation eingearbeitet und zeigten stolz ihr Produkt.

Die gelungene Präsentation weckte großes Interesse solche und ähnliche Projekte auch in anderen Schulen umzusetzen. Am IMST-Tag zeigte sich, durch die Aufmerksamkeit anderer Schultypen (AHS-Oberstufe, HTL) die Umsetzbarkeit solcher Projekte weit über die 9. Schulstufe hinaus.

Impressum

Schulstufe:	9
Fächer:	Mathematik, Technisches Handwerk, Naturkunde Ökologie - Physik
Kontaktperson:	Eva-Maria Koss-Thosold
Kontaktadresse:	Eva.koss-thosold@gmx.at
MitarbeiterInnen	Clemens Koss TU-Wien, Alexandros Kamaratos FH-Technikum Wien

1 AUSGANGSSITUATION

Die Polytechnische Schule PTS ist ein berufsvorbereitender, einjähriger Schultyp. Die SchülerInnen haben sich für die Lehrausbildung als ihren Berufsweg entschieden. Diese Ausbildungsform ist in Österreich eine duale Ausbildung, also Praxis in einem Betrieb und Theorie in einem schulischen Institut.

Viele der Jugendlichen greifen auf stereotype Berufswünsche zurück. So geben Burschen häufig den Beruf als KFZ-Techniker an, Mädchen entscheiden sich für einen der sogenannten Schönheitsberufe - Friseurin, Kosmetikerin.

In diesem Projekt wurde das Interesse an IT-Berufen sowohl bei Mädchen als auch Burschen verstärkt.

13 Mädchen und 12 Burschen nahmen an diesem Projekt teil.

Durch die intensive Auseinandersetzung mit physikalischen Inhalten und der Anwendung durch den Bau von Kränen, wurde die Auseinandersetzung mit Technik attraktiv gemacht, mit Hilfe des spielerischen Elements LEGO-technik. Sowohl Burschen als auch Mädchen nützten die Gelegenheit, in Gruppen, technische Lösungen zur gestellten Aufgabe „Kran“ zu finden. Die einfache Programmiersprache von LEGO-Mindstorms ermöglichte einen gezielten Einstieg in die Welt der Mechatronik.

Durch die Zusammenarbeit mit Studierenden der TU-Wien und der FH-Technikum, wurden externe Spezialisten als Ansprechpartner in die Schule geholt. Diese unterstützten die SchülerInnen bei deren Erarbeitung der notwendigen Elemente und führten die Einführung in die Programmierung in Workshops ein. Die physikalischen Grundvoraussetzungen wurden im Unterricht erarbeitet.

Schulstufe	Klasse	Anzahl Mädchen	Anzahl Buben	Gesamtanzahl SchülerInnen
9	P2	13	12	25

2 ZIELE

Durch den Bau von „elektronisch gesteuerten Maschinen“ sollten sich die SchülerInnen physikalisches Grundwissen wie: Bewegung und Bewegungsformen, Kraft und Gegenkraft, Gleichgewicht - Schwerpunkt, Hebelgesetz erarbeiten und deren praktische Umsetzung und Anwendung erkennen.

Das Erkennen der notwendigen Elemente und diese in die richtige Reihenfolge setzen war einer der Schwerpunkte. Die Grundlage des Programmierens sollte mit Hilfe der einfachen Bilderprogrammiersprache von LEGO-Mindstorms erarbeitet werden.

Den Mädchen wurde die Möglichkeit gegeben, ihr Interesse an IT und dem Programmieren und ihre Fähigkeiten in diesem Bereich geschlechtsspezifisch zu erkennen und ihre Fähigkeiten diesbezüglich auszubauen.

Burschen hatten die Gelegenheit den vielseitigen Bereich der IT-Berufe kennen zu lernen und ihre Kompetenzen zu erkennen und zu erweitern.

Aber auch die soziale Kompetenz der Jugendlichen wurde durch das Projekt erhöht. Geübt wurden der Umgang und das Arbeiten in einem Team, das Einhalten von Regeln und das systematische Vorgehen an Arbeitsaufträgen. Auch das Verhalten in unterschiedlich zusammengesetzten Gruppen (homogene und inhomogene Gruppen nach Geschlecht) wurde beobachtet.

2.1 Ziele auf LehrerInnen-Ebene

Die LehrerInnen erkennen:

- dass, vernetztes Denken ein wichtiger Unterrichtsbestandteil ist
- dass, Projektunterricht die Möglichkeit schafft, Individualität zu steigern
- dass, sich das Arbeitsklima verbessert, der Informationsaustausch erweitert wird

Die beteiligten Institutionen erkennen:

- dass, durch die Vernetzung von Universität - Schule -Praxis (Firmen) ein wichtiger Informationsfluss stattfindet
- dass, der Wissensstand der Lehrkräfte durch die Arbeit der Studierenden und SchülerInnen erhöht wird

Die Lehrkräfte können:

- die Werkzeuge des fächerübergreifenden, vernetzten Unterricht s gezielt einsetzen
- durch die Erhöhung ihrer fachlichen Kompetenz die Qualität ihres Unterrichts steigern
- durch die gewonnene fachliche Sicherheit ihren SchülerInnen eine praxisorientiertere Unterstützung geben

Die beteiligten Institutionen können:

- durch die Vernetzung von Praxis und Theorie enger Zusammenarbeiten und sich gegenseitig Inputs liefern
- ihre individuellen Schwerpunkte gegenseitig kennen lernen
- gegenseitige Präsentationen spezifischer Inhalte transportieren

2.2 Ziele auf SchülerInnen-Ebene

Die SchülerInnen erkennen:

- dass, naturwissenschaftliche Grundverständnisse für das Erlernen von technischen Berufen wichtig sind
- dass, Technik hinter vielen naturwissenschaftlichen Problemlösungen steckt
- die Vielfalt der Anwendungsbereiche erkennen
- dass ein technisches Interesse und Verständnis Auswirkung auf die Berufsentscheidung hat

Die SchülerInnen sollen:

- ihre Angst vor dem Umgang mit Technik verlieren
- ihr Interesse an der Lösung von technischen Aufgabenstellungen steigern

Die SchülerInnen können:

- die Anforderungen eines technischen Betriebes kennen
- einen Einblick in den Berufsalltag erhalten
- funktionsfähige Apparaturen (Kräne) entwerfen, entwickeln und in einen funktionsfähigen Betrieb führen (programmieren)
- physikalische Erkenntnisse gewinnen
- durch die entstehende Versuchsreihe, Handlungsabläufe erkennen
- Arbeitsprotokolle verfassen (in Bildform, schriftlich, ...)

2.2.1 Überfachliche Kompetenzen

- Kennen lernen der eigenen individuellen Stärken
- wissen um die gezielte Einsetzung der eigenen Stärken
- durch das Arbeiten in Gruppen, Lösungswege besser erarbeitet können
- durch die neuen Erkenntnisse ihre Selbstsicherheit stärken
- durch das selbstständige Arbeiten Selbstverantwortung übernehmen

2.2.2 Fachliche Kompetenzen

Die fachlichen Kompetenzen wurden dem Kompetenzmodell Naturwissenschaften der 8. Schulstufe zugeordnet.

- technische Probleme gemeinsam lösen können
- Kennen lernen der Anforderungen an die Jugendlichen in technischen Berufen
- Vorgänge in der Technik beschreiben und benennen (W1)
- Vorgänge in der Technik in verschiedenen Formen darstellen (Diagramme) (W3)
- die Auswirkungen von Technik auf die Lebenswelt beschreiben (W4)
- zu Vorgängen in der Technik Vermutungen aufstellen (E2)
- zu Fragestellungen ein passendes Modell planen und erarbeiten (E3)

- die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder erfassen und dies in ihre Berufswahl einbeziehen (S3)
- Sachverhalte und einfache Verbindungen von Umwelt und Natur in einfacher Sprache beschreiben - reproduzierendes Handeln (N1)
- sie können grundlegende physikalische Begriffe und Größen benennen, beschreiben und Experimente planen (P1)
- einfache Bewegungen beschreiben und zuordnen (P1)
- Kräfte als Ursache für Bewegungsänderungen einsetzen (P1)
- einfache Programmierschritte der LEGO-technik Sprache setzen

2.3 Ziele in Hinblick auf Diversität und Gender

- Mädchen sollen ihr technisches Verständnis und das technisches Interesse erkennen
- den SchülerInnen Verantwortung innerhalb der Arbeitsgruppen nach ihren Interessen und Stärken übertragen - Individualisierung
- durch die Gruppenarbeiten die Außerordentlichen SchülerInnen (starke sprachlichen Probleme) stärker in die Entwicklungsarbeit der Produkte integrieren und ihnen dadurch die Integration in die Klassengemeinschaft erleichtern
- die Sprache der Technik ist international. Durch das Tun entsteht Neues. Die SchülerInnen mit unterschiedlichen Sprachen und großen Defiziten in der deutschen Sprache können „Wort-los“ mit den anderen SchülerInnen kommunizieren.

Im Projekt „Die automatisierte Zuckerstaße“ stecken so viele Ziele deren Durchführung und Erkenntnisse in einem Durchgang gar nicht alle schriftlich festgehalten werden können. So mussten wir uns in diesem Projektbericht auf wenige fokussieren.

Abb. 1: Die automatisierte Zuckerstraße

3 PLANUNG

Dass sich so wenige Mädchen für technische Berufe entscheiden wird von der Wirtschaft als Manko gesehen. Den Mädchen ist es oft nicht bewusst, dass sie sowohl Stärken als auch ein großes Interesse auch auf dem Gebiet der IT-Berufe aufweisen. In ihren Wunschberufen sind sie in traditionellem Denkensmuster verhaftet. Oft entscheiden aber nicht sie über ihren Berufswunsch, sondern ihre Eltern.

Aber auch Burschen haben zu wenige Informationen über die Vielfalt der technischen Berufe, sowie deren Inhalte. Zu unkonkret ist ihre Vorstellung vom Berufsfeld der IT-Berufe.

3.1 Projektablauf und Maßnahmen

Zeitpunkt	**Beteiligte Personen**	**Thema**
Juni 2017	PTS-Lehrerin Studierende TU-Wien FH-Technikum	Besprechung und Konkretisierung des Vorhabens Erstellung des „Projektfahrplans“ (Anhang: 1)
Juni bis September 2017	PTS-Lehrerin Studierende TU-Wien FH-Technikum	Erstellen von Prototypen Erarbeitung der physikalischen Grundthemen
September 2017	PTS Lehrerin	Vorstellung des Projekts an der Schule / Klasse „Wie kommt das Zuckerstück in die Kaffeetasse“
Oktober 2017	PTS Lehrerin	Erstellen der Unterrichtsunterlagen zu den physikalischen Themen (Anhang 2a-d)
November 2017	PTS Lehrerin SchülerInnen P2	Erarbeitung der physikalischen Themen
11. Dezember 2017	PTS Lehrerin SchülerInnen P2 Studierende	1. Workshop Kennenlernen von LEGO-Technik Praktische Umsetzung der physikalischen Grundthemen: Hebelgesetz (Stabilität, Kranarm) Wirkung der Kräfte - Zahnräder Erarbeitung der Basis der Kräne Erstellen von Arbeitsprotokollen Beobachtungsprotokolle
22. Jänner 2018	PTS Lehrerin SchülerInnen P2 Studierende	2. Workshop Wiederholung des bisher geschehenem Bau des Führerhauses mit dem Armansatz Spielerische Auseinandersetzung mit dem Programmieren Erstellen von Arbeitsprotokollen (Anhang 3) Beobachtungsprotokolle
9. März 2018	PTS-Lehrerin Studierende	IMST-Tag - Präsentation des Projekts
9. April 2018	PTS Lehrerin SchülerInnen P2 Studierende	3. Workshop Wiederholung des bisher geschehenem Bau der Schaufel Programmierung der Kräne
28. Mai 2018	PTS Lehrerin SchülerInnen P2 Studierende	4. Workshop Finalisierung der Kranstraße Protokollierung der einzelnen Schritte

		Zusammenfassung und Erstellung eines Ausblicks
30. Mai 2018	PTS Lehrerin SchülerInnen P2 SchülerInnen der PTS	Präsentationstag in der Schule für interessierte SchülerInnen aus anderen Klassen
4. Juni 2018	PTS Lehrerin SchülerInnen P2 Gäste	Präsentationstag in der Schule für interessierte SchülerInnen einer anderen Schule (5. und 8. Schulstufe)mit Fragebögen (Anhang 4, 5, 6)
7. Juni 2018	PTS Lehrerin SchülerInnen P2 Gäste	Präsentationstag in der Schule für interessierte SchülerInnen einer anderen Schule (5. Schulstufe)

Die Digitalisierung ist derzeit in aller Munde. Das Projekt „Die digitalisierte Zuckerstraße“ brachte den SchülerInnen der PTS Wien 3 die Verbindung von Mensch und Technik näher. Der Schwerpunkt lag bei der Erarbeitung von physikalischen Themen wie Bewegung, Kräfte, Schwerpunkt und Hebel, sowie der Anwendung einer einfachen Programmiersprache: LEGO-Mindstorms.

Zunächst wurde die Verbindung zwischen dem menschlichen Körper und der Robotik hergestellt (Anhang: 2d)

Die notwendigen Theorieelemente wurden im Regelunterricht erarbeitet (Anhang: 2a-d)

In Workshops wurden, unter der Leitung von Studierenden der TU-Wien und der FH-Technikum, sowohl die baulichen Elemente als auch die Programmierung erarbeitet. Dabei wurde großer Wert auf die selbstständige Erarbeitung der Elemente der SchülerInnen gelegt.

Den Abschluss bildete die Zusammenführung der Kräne zu einer digitalen Kranstraße, die einen Zuckerwürfel vom Ausgangspunkt in ein Kaffeeheferl beförderten.

Stolz konnten die SchülerInnen sowohl anderen SchülerInnen der PTS als auch Gästen aus anderen Schultypen (5. und 8. Schulstufe) präsentieren. Dafür wurde ein Stationenbetrieb mit 7 Stationen erarbeitet. Die PTS-SchülerInnen konnten so alle erarbeiteten Aspekte in einzelnen Stationen den Gästen erklären und ihnen dadurch einen Einblick in ihre Arbeit geben.

3.2 Kompetenzorientierte Unterrichtsplanung

Als Basis wurde das Kompetenzmodell der Naturwissenschaften der 8. Schulstufe herangezogen (bifie; 2011).

Das Modell ist in drei Dimensionen gegliedert: Handlungsdimension (H), Anforderungsdimension(N) und Inhaltsdimension (I).

Die Handlungsdimension(H) wird wiederum in drei Bereiche unterteilt:

W - Wissen organisieren, E - Erkenntnisse gewinnen und S - Schlüsse zeihen.

Zu Beginn des Projekts stand die Auseinandersetzung der SchülerInnen mit dem Zusammenhang von Mensch und Technik. Der menschliche Knochenbau (Skelett) dient für viele technischen Entwicklungen als Vorbild. Zunächst wurden Zusammenhänge erarbeitet und Beispiele gesucht, die die Jugendlichen in ihrem Alltag schon kennen gelernt hatten. Bald kristallisierte sich der Kran als „das Anschauungsobjekt“ heraus.

Handlungsdimension - Handlungskompetenz (H)

Wissen organisieren:

Vorgänge in der Technik beschreiben und benennen (W1)

die Auswirkungen von Technik auf die Lebenswelt beschreiben (W4)

Erkenntnisse gewinnen:

zu Vorgängen in der Technik Beobachtungen machen und diese beschreiben (E1)

zu Vorgängen in der Technik Vermutungen aufstellen (E2)

zu Fragestellungen Experimente durchführen und protokollieren (E3)

zu Fragestellungen ein passendes Modell planen und erarbeiten (E3)

Schlüsse ziehen:

Bedeutung der Anwendungen von technischen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen (S2)

die Bedeutung von Technik für verschiedene Berufsfelder erfassen, um diese Erkenntnis bei meiner Berufswahl zu verwenden (S3)

Bilder von unterschiedlichen Kränen wurden wie ein Laufdiktat in der Klasse verteilt. Die SchülerInnen erhielten folgende Aufgaben:

1. Welche Funktion könnte der Kran haben?
2. Wo liegen die technischen Elemente, die vom menschlichen Körper „abgeschaut“ wurden?
3. Wo liegen „Gelenke“ bei dem Kran? - Beschreibe oder zeichne diese auf das Blatt.
4. Worauf muss geachtet werden, damit man den Kran sicher einsetzen kann?

Durch das praktische Arbeiten mit LEGO-Technik wurden anhand von Modellen unterschiedlicher physikalischer Grundgesetze verständlich gemacht und nachvollzogen. Siehe Kapitel: 3.4.1

Anforderungsdimension (N)

Sachverhalte und einfache Verbindungen von Natur und Technik in einfacher Sprache beschreiben - reproduzierendes Handeln (N1)

Sachverhalte und einfache Verbindungen zwischen Sachverhalte aus Natur und Technik unter Verwendung von Fachbegriffen und der im Unterricht behandelten Gesetze beschreiben und untersuchen. Kombination aus reproduzierendem und selbstständigem Handeln (N2)

Bei der Erstellung der Protokolle für die jeweiligen Workshops wurde auf die Festhaltung der neuen physikalischen Erkenntnisse besonderen Wert gelegt. Skizzen dienten zur Vervollständigung aber auch zur „sprachlichen“ Erleichterung. Die theoretische Auseinandersetzung in den Theoriestunden (Bewegung und Bewegungsformen, Kraft und Gegenkraft, Gleichgewicht - Schwerpunkt, Hebelgesetz) bildete die fachliche Basis für die praktische Umsetzung der physikalischen Erkenntnisse in der Praxis (Bau der Kräne).

Inhaltsdimension (I)

Die SchülerInnen können grundlegende physikalische Begriffe und Größen benennen, beschreiben und Experimente planen (P1)

Kräfte als Ursache für Bewegungsänderungen einsetzen (P1)

Einfache Bewegungen beschreiben und zuordnen (P1)

		Kompetenz laut Kompetenzmodell
1. Gewählter **fachlicher Inhalt** und **Kontext**, um den genannten Kompetenzbereich (die genannten Bereiche) zu fördern;	Zusammenhang von Mensch und Technik erkennen und beschreiben können.	N1 N2
2. Geplante **Handlungen** von Seiten der Schülerinnen und Schüler:	Funktionen verschiedener Kräne erkennen, technische Herausforderungen festhalten, beschreiben, skizzieren Umsetzten von theoretischem physikalischen Grundbegriffen in den Bau eines Krans und deren Bewegung programmieren.	W1 E1 S2 N1 P1 N2 W4 E3 S2
3. Mögliche **Herausforderungen** beim Lernen (Lernschwierigkeiten):	Das Interesse an Technik und der Bau einer technischen Maschine (Kran) sind nicht bei allen Klassenmitgliedern gleich stark vorhanden. Interesse muss oft erst geweckt werden.	
4. **Vorhandenes Wissen und Können** (auch Alltagserfahrungen) bzw. mögliche (Fehl-) **Vorstellungen**, von denen wir ausgehen bzw. mit denen eventuell zu rechnen ist:	Zusammenhang zwischen menschlichen Gelenken und technischen Verbindungen erkennen.	
5. Welche Aspekte bezüglich **Diversität** wollen wir konkret berücksichtigen? Welche Form der Individualisierung wollen wir umsetzen?	Die Klasse wurde in vier Gruppen geteilt. Je eine geschlechtsspezifische und zwei gemischte Gruppen.	
6. Gründe für unsere Wahl der Unterrichts- und **Lernschritte** und für das geplante Vorgehen unter Berücksichtigung des Diversitätsaspekts:	Die Zusammensetzung der Gruppen wurde von der Lehrerin gemacht, um AO-SchülerInnen in den Produktionsprozess optimal einbinden zu können.	
7. Mit welchen **Aufgabenstellungen** wollen wir feststellen, ob meine SchülerInnen die erwarteten Kompetenzen erworben haben? Welche Lösungsvorschläge sind zu erwarten?	Die Erstellung der Protokolle und Aufgabenblätter dienen als fachliche Reflexion über die Inhalte der Lerneinheiten und Work-shops.	

3.3 Geplante kompetenzorientierte Aufgaben

3.3.1 Beschreibung einer Lernaufgabe

Um die sprachliche Entwicklung der SchülerInnen zu fördern, hatten diese die Aufgabe, in den Gruppen Protokolle über die gestellte Aufgabe zu führen. Die SchülerInnen erhielten ein Anschauungsobjekt und eine Schachtel mit LEGO-Steinen. Das Objekt wurde nachgebaut und analysiert. In jeder Gruppe wurde ein Schriftführer bestimmt der die neuen Erkenntnisse nach den Diskussionsrunden protokollierte (zu jedem Workshop). Oft war der/die SchriftführerIn und der/die ZeichnerIn nicht ident.

Abb. 2: Physikalisches Modell 1

Mit Hilfe von Zahnrädern wird Kraft übertragen. Benötigt wird diese Erkenntnis für die Beweglichkeit des Armes. Mehrere gleichgroße Zahnräder transportieren die Kraft gleichmäßig weiter. Sie können in beide Richtungen bewegt werden und Kraft weitertransportieren.

Die SchülerInnen zeichneten und beschrieben ihre Objekte. Dabei wurde innerhalb der Gruppen diskutiert und nach einer gemeinsamen Lösung gesucht.

Wie dies gestaltet wurde war individuell je nach Arbeitsgruppe unterschiedlich.

Lösungsideen einer SchülerInnengruppe:

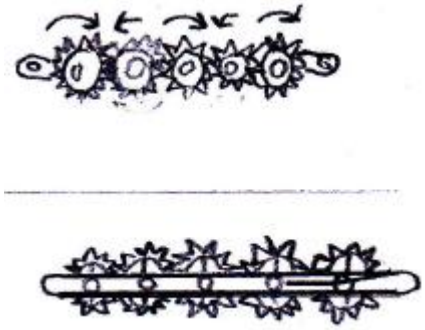


Abb. 3: Physikalisches Modell 1, SchülerInnen

Es gibt Zahnräder mit Kurbeln. Die Kraft wird von einem Zahnrad zum anderen übertragen, bis zum gewünschten Zahnrad.
Es kann als Drehmechanismus verwendet werden.

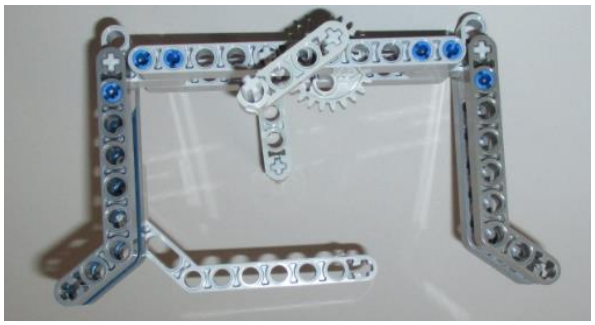


Abb. 4: Physikalisches Modell 2

Kraft wird mit Hilfe von zwei unterschiedlich großen Zahnrädern übertragen. Je nachdem, welches Zahnrad gedreht wird, wird das andere mehr oder weniger Umdrehungen machen. So werden aus einer Umdrehung des großen mehrere Umdrehungen des Kleinen Zahnrades. Aus einer Umdrehung des kleinen, werden wie viele des Großen?

Lösungsideen einer SchülerInnengruppe:

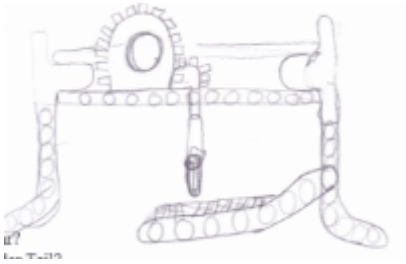


Abb. 5: Physikalisches Modell 1, SchülerInnen

Wir sehen ein großes Zahnrad und ein kleines Zahnrad. Wir sehen auch noch, dass sich das kleine Zahnrad mehrmals dreht als das große Zahnrad in einer Runde.
Die Zahnräder können sich drehen.
Verwendung findet dies z. B. bei einem Fahrrad.

4 DURCHFÜHRUNG

4.1 Beschreibung der Umsetzung

Mit LEGO macht das Spielen in jedem Alter Spaß, und jeder kennt LEGO. So lag der Gedanke nahe, mit Hilfe dieses Spielzeugs den Jugendlichen Technik näher zu bringen. LEGO-Mindstorms bot sich dafür an. Die Verbindung von Spielen und Entwickeln sowie das Konstruieren von sich bewegenden, elektronischen Modellen war gegeben (siehe: Technik und Design S. 254). Die Verbindung von LEGO mit dem Bereich der Programmierung erleichterte es das Interesse der SchülerInnen am Thema zu wecken.

Schon im Sommer wurde ein Fahrplan erstellt, um die Anforderungen sowohl an die Lehrerin, den Workshop-Leitern (Studierende Der TU-Wien und FH), als auch an die SchülerInnen festzuhalten (Anhang: 1)

Die Jugendlichen wurden in 4 Gruppen aufgeteilt. In jeweils eine geschlechtsspezifische Gruppe und zwei „gemischte Gruppe“. Die Zuweisung der Gruppen wurde von der Lehrerin getroffen. Dabei wurden Beobachtungen aus dem Vorfeld berücksichtigt. So wurden zwei Burschen in die reine Burschengruppe gegeben, da diese sich als sehr technisch interessiert zeigten. Ein Mädchen kam in die Mädchengruppe, da diese Interesse am Programmieren äußerte. Beobachtet wurde, wie sich die Zusammensetzung der Gruppen auf den Zugang des Themas, die Arbeitshaltung und die Herangehensweise an das Thema auswirkte.

Die Gruppenzusammensetzungen änderten sich laufend, da immer wieder einzelne SchülerInnen bei Workshops fehlten oder Neue hinzukamen. Dadurch mussten alle anderen GruppenteilnehmerInnen diese immer „auf den neuesten Stand“ bringen. Eine Wiederholung des Geschehenen wurde notwendig, half aber auch die neuen Erkenntnisse zu festigen und neue Ideen entstehen zu lassen.

Die SchülerInnen mit besonders schlechten Deutschkenntnissen (AO-SchülerInnen, MigrantInnen der 1. Generation) wurden in die „gemischten Gruppen“ eingeteilt. Es befanden sich darin anderen Gruppenmitglieder, die ihre Muttersprache sprachen. Dies sollte die Kommunikation, besonders bei fachlichen Diskussionen, erleichtern.

Die SchülerInnen erarbeiteten sich im Klassenverband die physikalischen Grundthemen, die dann in den Workshops in den jeweiligen Gruppen zur praktischen Umsetzung gelangten.

4.1.1 Vorbereitung und theoretischer Hintergrund

Zunächst wurden die theoretischen Grundlagen erarbeitet. Hierfür wurde ein Physikbuch der Unterstufe (Gollenz, Franz u.a.: Physik 2. Wien, ÖBV) verwendet. Hier lag das besondere Augenmerk auf den für Kräne notwendigen physikalischen Eigenschaften. Zunächst wurde definiert was ein Kran überhaupt können muss: bewegen und heben. Im Zuge dessen wurden die unterschiedlichen Typen von Kränen und Kranfahrzeugen auf Ihre Bewegungsarten untersucht und die Konstruktion eines Schaufelbaggers als universal anwendbarer Typ festgelegt. Daran wurden anschließend verschiedene Bewegungen erarbeitet und anhand derer eine grobe Unterteilung des Krans in drei Elemente erstellt: Basis (horizontale Bewegung / Drehung), Führerhaus (vertikale Drehung / Hebung) und Schaufel übersetzte Drehung abhängig von der Bauform. Damit konnten die Physikalischen Grundregeln für einen stabilen Kran erarbeitet werden. Kraft und Gegenkraft wurden als besonders wichtige Themenbereiche definiert. Bei genauerer Betrachtung wurde dieses nochmals in einzelne kleinere Thema zerlegt, die für Kräne besonders wichtig sind. Gleichgewicht und Schwerpunkt für die Stabilität, Hebel und Übersetzung (über Zahnräder) für den Transport eines Gegenstandes.

Die Realisierung wurde dann in vier Abschnitte unterteilt: Basis, Führerhaus, Schaufel und Programmierung. Jeweils wurde ein Workshop veranschlagt.

4.1.2 Bau der Basis

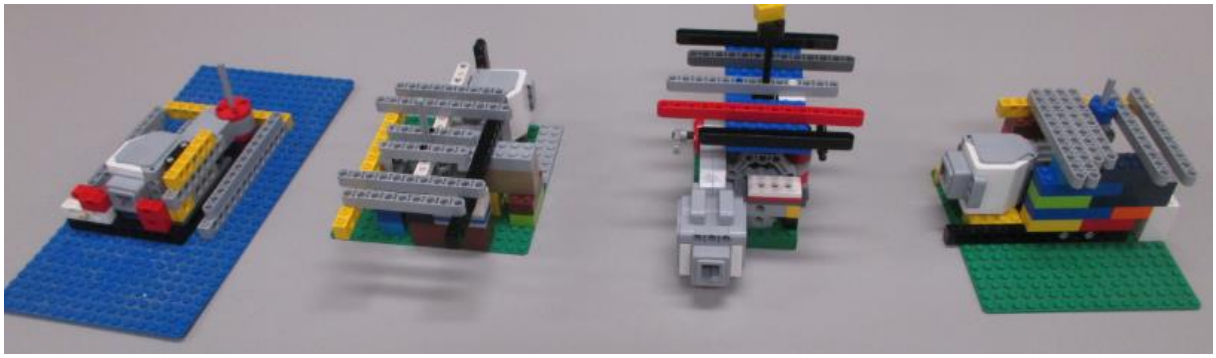


Abb. 6: Basen der Kranmodelle

Um den Jugendlichen eine Gewöhnung an das Material zu ermöglichen wurden hier erst einmal die Physikalischen Grundlagen nochmals aus LEGO-Modellen umgesetzt. In kleinen Aufbauten aus LEGO wurden verschiedene Themen dargestellt um direkt ausprobiert werden zu können. Eine kleine Balkenwaage sollte Gleichgewicht, Gewichtsverteilung und Hebel genauer beleuchten (Wahlweise eine Waage mit zwei gleich langen Hebeln oder unterschiedlich langen). Für Übersetzungen wurden diverse kleine Zahnradkombinationen aufgebaut, die entweder Umdrehungszahlen verändern (Große und kleine Zahnräder), oder Richtungen andern (im / gegen den Uhrzeigersinn oder um die Ecke). Die SchülerInnen sollten dabei nicht nur den Mechanismus analysieren und verstehen lernen, sondern auch die Konstruktion abzeichnen, um sich mit der Darstellung solcher Mechaniken zu beschäftigen.

Anschließend wurde mit dem Bau der Basis begonnen.

Es gab dabei keine Anleitungen, die Konstruktion musste mit dem vorher erarbeiteten Wissen selbstständig entworfen und umgesetzt werden. Um bei Problemen aushelfen zu können, gab es zwei unterschiedliche Prototypen. Diese konnten bei Bedarf ausgeborgt werden, um deren Aufbau zu studieren. Regelmäßig wurde auf die notwendigen physikalischen Kriterien hingewiesen, die es zu berücksichtigen gibt, damit der Kran später stabil und beweglich auf dieser Basis aufsitzen kann. Hierbei musste eine stabile Konstruktion entstehen, die genug Auflagefläche bietet ohne Bewegungsradius einzuschränken.

4.1.3 Bau des Führerhauses

Abb. 7: Aufbau eines Führerhauses

Die große Herausforderung des Baus des Mittelteils lag in der stabilen Konstruktion des Armelements. Da hier die meisten Kräfte auftreten, muss dieses nicht nur sehr fest gebaut werden, sondern auch auf einen Gewichtsausgleich geachtet werden. Erschwerend kommt hinzu, dass sich aufgrund des beweglichen Arms der Schwerpunkt ändert und so ein Gleichgewicht besonders schwer zu erreichen ist. Zusätzlich lastet das komplette Gewicht auf kleinen Zahnrädern, weshalb der Motor mit einem Rahmen fest verankert werden muss, der auch Last vom Arm mittragen kann. Hierbei musste darauf geachtet werden, nicht zu viel Flexibilität des Arms für Stabilität einzubüßen.

Auf Wunsch der Schüler und Schülerinnen nach dem ersten Workshop gaben wir einen kleinen Einblick in die Programmierwelt und ließen sie ein Spiel (google doodle kids programming) spielen, bei dem man bereits die notwendigen Mechanismen des Programmierens kennen lernt. Dabei wurde die lineare Befehlsstruktur der Programmiersprachen (immer ein Befehl nach dem anderen, von oben nach unten) veranschaulicht und mit Schleifen (Programmabschnitte automatisch wiederholen) bereits in komplexere Programmiermechaniken hinein geschnuppert.

4.1.4 Bau der Schaufel

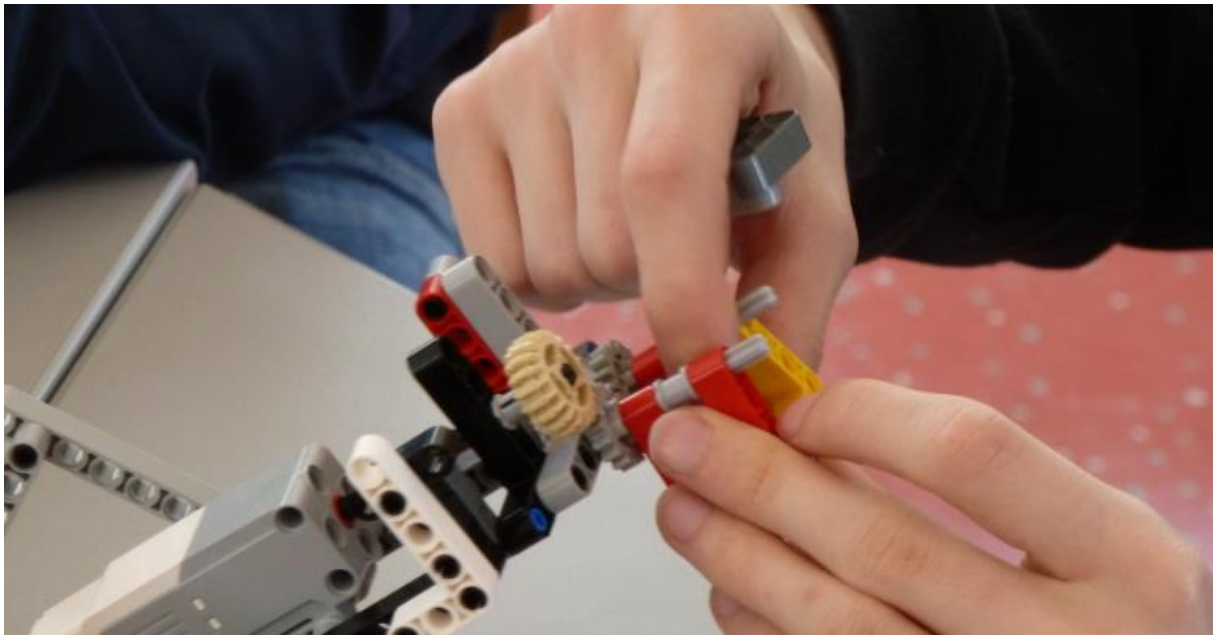


Abb. 8: Aufbau einer Schaufel

In diesem Workshop sollte der Kran möglichst fertig gestellt werden. Beim Entwurf der Schaufel musste nicht nur eine Konstruktion erstellt werden, die ein Objekt (Zuckerwürfel) sicher greifen und festhalten kann, sondern auch auf die richtige Ausrichtung geachtet wird. Dazu musste je nach Konzept eine passende Übersetzung (um die Ecke, horizontale Weitergabe der Drehung) gewählt und umgesetzt werden. Hierbei waren kreative Lösungsansetze notwendig, da vorhergehende Entscheidungen bei der Konstruktion starke Einschränkungen bei dem Bau der Schaufel verursachten (Die Größe des Krans und die Struktur des Arms sind maßgebend für das Design der Schaufel). Das vorher noch unbekannte Gewicht der Schaufel und deren Motor mussten in die vorhergehenden Elemente eingearbeitet werden und gegebenenfalls deren Aufbau angepasst werden.

Die ersten Programmierschritte wurden ebenfalls bereits eingeleitet, um die bisherigen Baufortschritte zu testen. Dazu wurden einzelnen Gruppenmitgliedern der Einstieg in die Programmierung mit LEGO gezeigt. Diese wurden anschließend an die Gruppe weitergegeben. Das frühzeitige Testen einzelner Elemente ermöglicht auch das frühzeitige Erkennen fehlerhafter Überlegungen in der Konstruktion.

4.1.5 Programmieren und Abschluss

Abb. 9: Mindstorms-Programm

Nach Abschluss der Bauarbeiten wurden die Konstruktionen durch deren Programmierung vervollständigt. Hierbei wurden zunächst alle Einzelelemente eingehend getestet und zu einer gesamten Einheit zusammengesetzt. Dieser wurde anschließend ein kompletter Ablauf einprogrammiert. Ein Ablauf bestand aus folgenden Elementen:

Vertikale Drehung : Arm abwärts

Übersetzter Drehung: Schaufel zu

vertikaler Drehung : Arm aufwärts

Horizontale Drehung: Kran dreht zur Ablageposition

Vertikale Drehung : Arm abwärts

Übersetzter Drehung : Schaufel auf

vertikaler Drehung : Arm aufwärts

Sollten hierbei noch Probleme mit der Konstruktion auftreten, konnten diese noch ausgebessert werden oder andere Anpassungen zur Verbesserung vorgenommen werden.

An dieser Stelle wurde eine Erweiterung eingebaut. Diese ermöglichte ein direktes Starten per Knopfdruck. Dabei handelt es sich um eine weitestgehend softwarebasierte Erweiterung. Das Programm muss so umgeschrieben werden, dass der Kran mit dem Ablauf so lange wartet, bis der erwartete Knopfdruck getätigt wird. Anschließend wird der gewünschte Programmabschnitt abgearbeitet und nach Erreichen der Ausgangsposition wieder auf einen neuen Knopfdruck gewartet. Die Programmierung mit einer solchen Schleife ist deutlich komplexer und benötigt ein tieferes Verständnis der Programmiermechanik.

Zur Finalisierung wurden die einzelnen Kräne zur Straße zusammengebaut und final getestet. Anfallende kleine Änderungen im Programmablauf rundeten die fertige Straße ab. Der Zuckerwürfel konnte nun von einem Kran an den nächsten weitergereicht werden, bis er final in ein Heferl fallen gelassen wurde. Durch diese Struktur musste der letzte Kran eine besondere Programmierung aufweisen, da die Höhe des Heferls berücksichtigt werden muss.

4.2 Stationenbetrieb - Präsentation

Um das Produkt der Kranstraße auch anderen SchülerInnen zeigen zu können und das erarbeitet „know how“ unter Beweis zu stellen, wurde ein Stationenbetreib (mit 7 Stationen) erarbeitet. Die SchülerInnen hatten nicht nur die Gelegenheit ihre Arbeit stolz zu präsentieren, sondern auch ihr neu erworbenes Wissen an andere Jugendliche weiterzugeben. Dabei werden ja nicht nur Erkenntnisse wiedergegeben, sondern das Gesamtverständnis auf eine harte Probe gestellt. Fragen anderer sollten so beantwortet werden können, dass die BesucherInnen ein eigenes Verständnis erlangen.

1. Station: baut als Gruppe einen Roboter
Die Aufgabe bestand darin, mit LEGO-Technik ein „Ding“ zu bauen, dass unterschiedliche Funktionen aufweist. Dabei stand nicht die Durchführung der Funktionen im Vordergrund, sondern der Umgang mit LEGO-Technik Steinen. Zusätzlich sollte diese Aufgabe als Gesamtgruppe erarbeitet werden. Einzelne SchülerInnen stellten nur Teile des Gesamtwerks her.

2. Station: führe die vorgegebenen Programmschritte durch
Mit Hilfe eines Google-Minispiel (google doodle kids programming) konnten die Gäste spielerisch erste, einfache Schritte in einer „Bildprogrammiersprache“ erstellen.

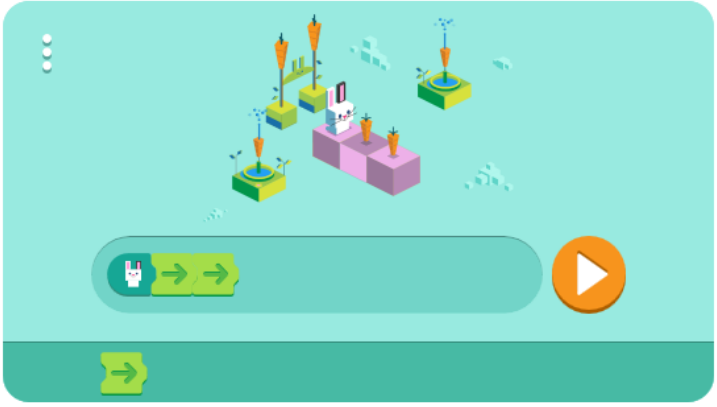


Abb. 10: Google Doodle Kids Programming

3. Station: Physikalische Phänomene
Wichtige physikalische Elemente wurden in Modellform von den PTS-SchülerInnen erstellt. Mit LEGO-Techniksteinen konnten die Gäste diese nachbauen. Ihre Erkenntnisse wurden mit Hilfe von Zeichnungen oder/und Texten festgehalten.

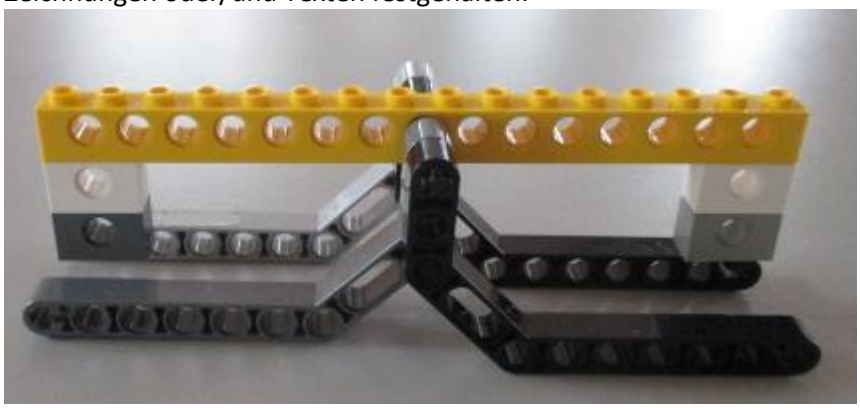


Abb. 11: Physikalisches Modell 3

4. Station: lerne die Programmiersprache von LEGO-Mindstorms kennen
Die Gäste erhielten eine kleine Einschulung in das verwendete Bildprogramm und konnten ein LEGO-Auto programmieren.

5. Station: programmiere das Rennauto
Ein einfaches Rennauto wurde vorgeführt. Die einzelnen Programmschritte am Computer erläutert.

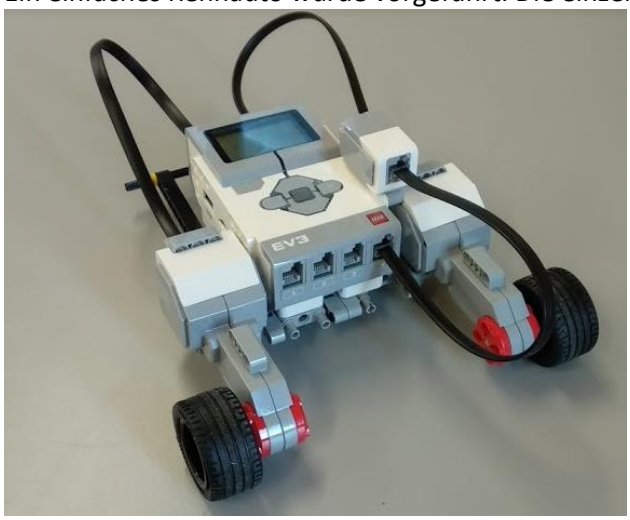


Abb. 12: Rennauto

6. Station: das bin ICH
Mit LEGO-Steinen wurde eine Figur gebaut, die eine ganz besondere „Superkraft“ hatte. Diese wurde anschließend von den SchülerInnen erklärt.

7. Station: die Kranstraße
Hier wurde das „Kernstück“ des Jahresprojekts vorgestellt, die Bauschritte, Knackpunkte und Funktionen erklärt und vorgeführt.

Abb. 1: Die automatisierte Zuckerstraße

In einem Stationenpass wurde die Absolvierung der Stationen mit Hilfe eines Stempels festgehalten. Dieser wurde besonders gerne von den jüngeren Gästen angenommen.

4.3 Verbreitung und Vernetzung

Durch das immer stärker vorhandene Interesse der SchülerInnen an der Produktion ihrer Kräne, wurden diese immer häufiger zum Gesprächsthema mit SchulkollegInnen. Daher wurde ein Präsentationstag für InteressentInnen geplant und durchgeführt.

Ein erstelltes Video wurde auf die in der Schule befindliche Filmleinwand projiziert und wird in einer Dauerschleife für BesucherInnen (z. B. Elternsprechtag) und SchülerInnen immer wieder zur Verfügung gestellt.

Dieses Video wurde auch über Youtube öffentlich zugänglich gemacht.

Fotos und persönliche Eindrücke der SchülerInnen wurden auf die Schulhomepage gestellt und so für andere und zukünftige SchülerInnen zugängig gemacht.

Durch Mundpropaganda konnte das Interesse auch in anderen Schulen geweckt werden. So wurden Klassen aus zwei Schulen eingeladen.

Die SchülerInnen hatten nicht nur die Möglichkeit, sich die „Zuckerstraße“ anzuschauen, sondern auch mit Hilfe von 7 Stationen, einen Einblick in das Arbeiten und Programmieren mit LEGO-Mindstorms erlangen. Die Eindrücke der StatonsleiterInnen und der BesucherInnen wurden mit Hilfe von Feedbackbögen erhoben (siehe: 5.1.)

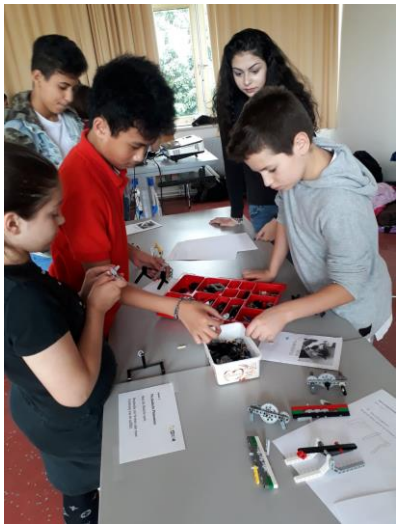


Abb. 13: Station Nummer 3

Physikalische Bauteile mit LEGO-Technik erstellen und Erkenntnisse festhalten

Abb. 14: Station Nummer 2

einfaches Programmieren mit google: google doodle kids programming

Am IMST-Tag 2018 konnte das Projekt vorgestellt werden. Das Interesse war groß und Anfragen aus anderen Schulen waren zahlreich. Die beiden Prototypen wurden darauf programmiert einen Zuckerwürfel weiter zu reichen (so wie es die komplette Straße in der finalen Fassung ebenfalls tut). Da der benötigte Platz im Vorhinein unbekannt war gab es zusätzlich eine Videoaufzeichnung dieses Ablaufs.

Durch die Live-Präsentation konnten sich viele Interessierte direkt ein Bild von den unterschiedlichen Bereichen des Projekts machen. Da sich das Projekt SchülerInnen der 9. Schulstufe richtete, gab es auch einen Kontrast zu anderen LEGO Projekten. Diese waren vorwiegend im Bereich der Sekundarstufe 1 angesiedelt. Es gab ein großes Interesse an der Möglichkeit der Umsetzungen für den Regelunterricht und daraus resultierenden Anpassungen in der Komplexität. HTLs und andere höhere Schulen waren besonders interessiert, da es dort einfacher ist eine Umsetzung zu realisieren.

IMST-Tag 2018

Das Projekt wurde am IMST-Tag von zwei Technikstudenten vertreten, die bei den Workshops als externe Berater involviert waren. Dadurch wurde der Fokus der Präsentation stärker auf die physikalischen, mechanischen und digitalen Aspekte des Projekts gelenkt. Bei längeren Gesprächen mit BesucherInnen wurde dann noch auf die Genderbezogenen Eigenschaften des Projekts eingegangen, die für einige Überraschungen gesorgt haben (Mädchen zeigten verstärktes Interesse am Programmieren (siehe 5.3).

Um das Projekt möglichst an vielen Polytechnischen Schulen bekannt zu machen, wird ein Artikel in der Zeitschrift Poly-aktiv im Herbst 2018 erscheinen.

5 PROJEKTPRODUKTE UND ERKENNTNISSE

Das Projekt „die automatisierte Zuckerstraße“ war eine Kooperation mit einem Studierenden der TU-Wien (Elektrotechnik und Informationstechnik) und einem Studierenden des FH-Technikum (Mechatronik). LEGO ist für viele Jugendliche ein spielerischer aber auch anspruchsvoller Zugang zu Technik und mit LEGO-Mindstorms kommt die Möglichkeit des Programmierens dazu. Die verbreitete Bekanntheit von LEGO, auch bei den Workshop-Leitern, erleichtert dazu den Zugang.

Für die SchülerInnen der PTS waren dies die besten Voraussetzungen. Auch für vielen von ihnen gehörte LEGO schon zu ihren bevorzugten Spielen. Als Erweiterung kam LEGO-Technik dazu.

In diesem Projekt wurde den Jugendlichen ein kleiner, spielerischer Einblick in die digitalisierte Welt geboten. Durch die eigenständige Entwicklung einer beweglichen Maschine, mit der dazugehörigen Programmierung wurden physikalische Phänomene erkundet und diese auch gleich in „Bewegung“ umgesetzt. Durch das Bauen und Modellieren der realen und erfundenen Umwelt, als auch das Konstruieren von sich bewegenden, auch elektromechanischen Modellen, ist ein wichtiger Aspekt des Spielens und Lernens erfüllt (siehe: Technik und Design S. 254).

Die Grundidee war es, ohne Anleitung SchülerInnen eine komplexe Maschine entwickeln zu lassen und diese mit LEGO-Technik und LEGO-Mindstorms umzusetzen. Durch die Einführung des menschlichen Körpers (Knochengerüst) als Vorbild für die Technik und die damit erkannten Parallelen zu den Gelenken bei Menschen und bei Kränen, war die Art der Maschinen schnell gefunden. Es sollten unterschiedliche, individuelle Kräne gebaut werden.

Ein Kran alleine greift nach einem Legostein und transportiert diesen weiter. Wie toll wäre es, wenn ein weiterer diesen Stein aufgreift und ihn an einen Dritten weitergibt? Die Idee der KRANSTRASSE war geboren! Und eine Idee der SchülerInnen gab der Straße einen Sinn und den Namen: warum nicht ein Zuckerstück der in ein Heferl fällt?

Nun wurde entwickelt, ausprobiert, entworfen, wieder verworfen, gebaut und umgebaut. Und natürlich auch programmiert. Und dies ohne einen Bauplan oder einer vorgefertigten Anleitung.

5.1 Evaluationskonzept

Mit Arbeitsblättern wurden die Theorieteile erarbeitet und damit die erforderlichen Grundkenntnisse. Mit Hilfe von Bildern unterschiedlicher Krantypen, wurden deren Funktionsweisen von den SchülerInnen in Kleingruppen analysiert.

Die Kranstraße ist das gelungene Produkt der fachlichen Umsetzung der gesteckten Ziele. Die selbstständige Entwicklung jedes Krans wurde in Gruppenprotokollen festgehalten. Dabei wurden Überlegungen, Entwicklungen und Schwierigkeit notiert. Gleichzeitig wurde die Dynamik der Gruppenzusammensetzung und das Wohlbefinden der Gruppe dokumentiert.

Aber auch die Lehrerin und die Workshop-Leiter machten schriftliche Protokolle ihrer Beobachtungen.

Ein Fragebogen am Ende der Bauphase an die SchülerInnen bildete eine Übersicht über die physikalischen als auch über die sozialen Komponenten des Projekts.

Workshop Protokolle (siehe Anhang: 7)

Zu jedem der vier Workshops wurden Protokollbögen erstellt. Die Erkenntnisse und Abläufe der Arbeiten wurden von den SchriftführerInnen aufgezeichnet. Es wurde jeweils ausreichend Zeit für den Inhaltlichen Austausch der Gruppenmitglieder gegeben.

Um den Arbeitsstand des jeweiligen Krans und jedes Gruppenmitglieds auf den „letzten Wissensstand“ zu bringen, begann jeder Workshop mit einer „Austauschphase“ - was wurde zuletzt gemacht und welche Ziele wurden für diesen Workshop gesetzt.

Aber auch die persönlichen Befindlichkeiten wurden festgehalten. Das Protokoll begleitete die Gruppenmitglieder durch den Workshop und diente als Gedächtnisstütze für den nächsten Workshop.

Auch die Betreuungspersonen machten Protokolle, in denen die Beobachtungen über das Soziale Verhalten der Gruppen und deren Mitglieder festgehalten wurden.

Fragebogen (siehe Anhang: 6)

Mit Hilfe von 19 Fragen wurden die SchülerInnen der PTS über das Projekt befragt. An der Befragung nahmen 17 SchülerInnen teil, 9 Mädchen, 8 Burschen.

Sowohl über ihr Vorwissen als auch über ihre „neuen Erkenntnisse“ durch die Arbeit mit LEGO-Mindstorms und den Studierenden.

Feedbacks über die Präsentationen

1. Feedback-Bogen an die Guides (siehe Anhang: 5):

Befragung der PTS-SchülerInnen über ihre Befindlichkeit während ihrer Präsentationen mit Hilfe von 6 Fragen.

2. Feedback-Bogen an die Gäste (siehe Anhang: 4):

Mit Hilfe von 9 Fragen, wurden die Gäste über den Stationenbetrieb befragt. Dabei wurden die SchülerInnen sowohl über die Fachkompetenz der Guides als auch über das Interesse bezüglich der verschiedenen Stationen befragt.

Ein Video (Die automatisierte Zuckerstraße) der Kranstraße dient als „Beweis“ des gelungenen Produkts und als Langfristiges Anschauungsmaterial. Das Ergebnis jeder Gruppe ist individuell, unterschiedlich und selbstständig erarbeitet.

5.2 Auswertung

5.2.1 Fachliche Kompetenzen

Die Entwicklung fachlichen Komponenten konnten, durch die Workshop Protokollo folgendermaßen festgestellt werden:

4.1.1 Anfangs war es für die Jugendlichen noch nicht ersichtlich, wofür sie die physikalischen Grundalgen brauchen werden. Merken konnten sie sich diese jedoch gut und konnten diese gut in ihre Arbeiten einbauen und umsetzen.

4.1.2 Die Grundlagen wurden sofort aufgegriffen und die praktischen Beispiele genau analysiert. Beim Bau hat sich gezeigt, dass die genaue Vorstellung was später noch auf sie zukommt noch fehlte.

4.1.3 Hier zeigte sich erstmals die Notwendigkeit des stabilen Baus. Der Aufsatz des Führerhauses musste beweglich und gleichzeitig fest aufsitzen. Hier hatten die Gruppen alle nachzubessern.

4.1.4 Die Konstruktion der Schaufel war etwas kompliziert für die Kinder. Besonders Bewegung um die Ecke weitergeben war im Bau fordernd. Die Relevanz des Gleichgewichts wurde stark unterschätzt und hat einige Umbauten verlangt.

4.1.5 Im Finale war die Erleichterung zu sehen, als die Konstruktionen funktionierten. Gleichzeitig auch die Enttäuschung, wenn nochmals angepasst werden musste. Da fiel die Motivation der Gruppenmitglieder manchmal schwer. Kurze Pausen, in denen die Enttäuschung verarbeitet wurde, wurden eingeschoben. Die Erweiterung wurde überraschend rasch von allen Gruppen umgesetzt, trotz

der neuen Programmstruktur. Man konnte erkennen, dass das Programmieren mit der Bildersprache verstanden wurde und gut umgesetzt wurde.

Mit Hilfe des abschließenden Fragebogens wurden der persönliche Eindruck und das Wohlbefinden der SchülerInnen erfragt. Aber auch persönliche Eindrücke über fachliche Aspekte wurden abgefragt.

5.2.2 Überfachliche Kompetenzen

Während der Workshops wurden von den Betreuungspersonen Protokolle erstellt, die das Hauptaugenmerk auf die sozialen Kompetenzen und den Umgang der Gruppenmitglieder untereinander legten. Aber auch die Gruppen hielten ihre persönlichen Eindrücke (Selbsteinschätzung) in den jeweiligen Protokollen fest.

Beobachtungen über die Mädchen-Gruppe:

1. Workshop

Die Gruppe besteht aus vier Mädchen. Lediglich zwei befassen sich mit dem Thema. Von den beiden anderen werden private Gespräche geführt.

2. Workshop

Die Arbeit der Mädchen die sich für das Thema interessieren ist sehr intensiv. Sie suchen nach Lösungswegen und probieren einige Wege aus.

3. Workshop

Neue Mitglieder können sich nicht gut in das Thema einarbeiten. Dadurch geht viel Zeit verloren. Erst gegen Ende des Workshops wird intensiv gearbeitet (um verlorene Zeit wieder gut zu machen und an den Erfolg der anderen Gruppen anzuschießen).

4. Workshop

Große Motivation ist zu erkennen. Die Arbeit schreitet gut voran. Die Mädchen sind sehr konzentriert und können die Programmierung vollenden.

Selbsteinschätzung der Gruppe:

1. Workshop

Lange Suche nach den geeigneten Teilen. Gute Zusammenarbeit der Gruppenmitglieder.

2. Workshop

Ein Mädchen hat die Führung übernommen. Die Gruppe hat sich gut gefühlt und gut zusammengearbeitet.

3. Workshop

Alle Gruppenmitglieder haben zusammengearbeitet, weil rasch gearbeitet werden musste. Ein Mädchen hat die Führung übernommen - die kennt sich auch aus.

4. Workshop

Alle haben gut zusammengearbeitet und wir sind fertig geworden. Das Programmieren hat viel Spaß gemacht.

Beobachtungen über die Burschen-Gruppe:

1. Workshop

Rasch zeichnet sich ein Gruppenleiter heraus. Er bildet den „Bauprofi“. Erst mit der Zeit lässt er auch andere Gruppenmitglieder Vorschläge ausprobieren und kann diese auch annehmen.

2. Workshop

„Bauprofi“ übernimmt die Führung, im Laufe des Nachmittags werden zunehmend alle Gruppenmitglieder in die Arbeit einbezogen.

3. Workshop

„Bauprofi“ der vorangegangen Workshops fehlt. Es bilden sich zwei Spitzen - einer übernimmt die Technik (Bau), der andere das Programmieren. Die Basis ist so instabil, dass diese erneuert werden muss. Alle Gruppenmitglieder sind am Neubau beschäftigt und versuchen gemeinsam eine Lösung zu finden.

4. Workshop

Von Anfang an sehr konzentriert. Stellen den Kran gemeinsam fertig. Ein Gruppenmitglied finalisiert die Programmierung.

Selbsteinschätzung der Gruppe:

1. Workshop

Es wurde gleich durschaut was zu tun ist, und es wurde gemeinsam gearbeitet.

2. Workshop

Das Team hat gut zusammengearbeitet. Es wurden die Gruppenmitglieder aufgeteilt: drei bauten an der Basis, zwei suchten die notwendigen Teil zusammen.

3. Workshop

Das Team war noch besser! Wir haben uns gegenseitig geholfen. Der Plan war für alle klar. Eine super Zusammenarbeit.

4. Workshop

Haben uns von Anfang an aufgeteilt: einer hat programmiert, die anderen den Kran fertig gemacht. Wir wollten heute unbedingt fertig werden!

Beobachtungen über die 1. Mischgruppe (mit den AO-SchülerInnen):

1. Workshop

Die Mädchen der Gruppe arbeiteten so gut wie gar nicht. Anfangs suchten die Burschen nach Lösungen. Dieses Interesse ging jedoch mit der Zeit verloren. Die SchülerInnen zeigen eine sehr aggressive Sprache untereinander mit zum Teil sehr heftigen Ausdrücken. Gegen Ende des Workshops arbeiten zwei Burschen intensiv. Einer davon ist ein AO-Schüler.

2. Workshop

Langsam versucht die Gruppe zu einer Zusammenarbeit zu finden und teilweise gemeinsam Lösungen zu erarbeiten. Der verbale Umgang miteinander wird zeitweise besser. Die Motivation ist nur Abschnittweise vorhanden. AO-Schüler halten sich aus den Auseinandersetzungen heraus. Ein AO-Schüler versucht auf eigene Faust Lösungen zu finden und beschäftigt intensiv mit LEGO-Technik.

3. Workshop

Zwei Mädchen zeigen großes Interesse am Bau des Führerhauses. Der Rest der Gruppe plaudert. AO-Schüler arbeitet wieder alleine auf eigene Faust.

4. Workshop

Die Gruppe beschäftigt sich fast gar nicht mit dem am Programm stehenden Thema. Erst gegen Ende wird rasch nach einer Lösung gesucht. Das Programmieren ist gar kein Thema AO-Schüler wirkt etwas planlos und unsicher.

Selbsteinschätzung der Gruppe:

1. Workshop

Wir waren uns nicht einig wer was machen soll. Es hat auch nicht richtig Spaß gemacht.

2. Workshop

Heute haben alle versucht zu arbeiten. Das nächste Mal müssen wir besser werden. Manchen hat es gefallen, anderen halt nicht.

3. Workshop

Einer (AO-Schüler) hat das meiste gemacht. Die Probleme in der Gruppe waren schon weniger.

4. Workshop

Heute haben wir gemeinsam gearbeitet und es ist auch etwas weiter gegangen. Es macht ja doch Spaß.

Beobachtungen über die 2. Mischgruppe:

1. Workshop

Ein Bursch übernimmt schweigend das Arbeiten. Der Rest der Gruppe schaut zu. Mit der Zeit beginnen die Gruppenmitglieder miteinander zu plaudern. Sie zeigen kein Interesse am Thema.

2. Workshop

Mädchen schalten sich von Anfang an aus und überlassen ein eventuelles Arbeiten den Burschen. Diese zeigen jedoch auch kein großes Interesse. Immer wieder beginnt ein Bursch mit dem Bau, legt die Arbeit wieder zur Seite. Ein Anderer greift die Arbeit auf.

3. Workshop

Ein Schüler zeigt großes Interesse und Verständnis für die mechanischen Lösungen und findet rasch Problemlösungen. Er arbeitet sehr konzentriert. Andere Gruppenmitglieder werden dadurch animiert und machen mit.

4. Workshop

Die Motivation der Gruppenmitglieder hat zugenommen. Der Wille unbedingt auch mit dem Bau des Krans fertig zu werden ist groß. Programmiert wird wie „nebenbei“.

Selbsteinschätzung der Gruppe:

1. Workshop:

Einer hat gleich gewusst was zu tun ist. Der hat auch gleich gearbeitet. Wir haben zugeschaut.

2. Workshop

Wir hatten schon Aggressionen, haben aber versucht in Team zu arbeiten. Es war ganz ok aber es hat nicht allen gefallen.

3. Workshop

Die Zusammenarbeit war ein bisschen besser. Wir waren weniger aggressiv miteinander.

4. Workshop

Heute haben wir wirklich viel weitergebracht. Der Kran und die Programmierung sind fertig! Da hat Einer wirklich viel gemacht. Super, wir sind die Ersten!

Fragebogen an die SchülerInnen am Ende des Projekts

Aus den Ergebnissen wurden nur einige herausgenommen (siehe Anhang: 6)

Frage 3: Ich habe schon vor diesem Projekt mit einem Bausatz gearbeitet:
6 ProbandInnen gaben an, schon einmal mit einem Bausatz gearbeitet zu haben. Darunter war ein Mädchen.

Frage 6: Hattest du ein Problem die Theorie in deine/eure Arbeit einzubauen?
Acht SchülerInnen gaben an damit Probleme gehabt zu haben, neun keine.

Frage 7: Kannst du jetzt Bewegungen des menschlichen Körpers mit technischen/elektronischen Maschinen vergleichen?
11 Jugendlichen beantworteten diese Frage mit ja, fünf kreuzten nein an.

Frage 9: Kann eine Maschine genauer oder genauso wie ein Mensch arbeiten?
Hier gaben 12 SchülerInnen an, dass Maschinen genauer als Menschen arbeiten können. Fünf meinten, dass beide gleich gut sind.

Frage 10: Wie war das Arbeiten in den Workshops für dich (Mehrfachnennungen möglich)
Sechs Jugendliche gaben an, dass die Gruppenarbeit gegenseitig motivierend war. (4 Burschen, 2 Mädchen)
Niemand hätte lieber in einer anderen Gruppe gearbeitet.
Neun ProbandInnen hat die Unterstützung der Fachleute viel geholfen. (7 Mädchen, 2 Burschen)
Dass die Gruppe die Aufgaben selbstständig lösen musste, gefiel fünf SchülerInnen besonders. (3 Burschen, 2 Mädchen)

Frage 11: Wie schwer war es für dich die einzelnen Schritte und Aufgaben zu erfüllen (4er Werteskala):
sehr leicht: 0 leicht: 8 schwer: 8 sehr schwer: 1

Frage 15: Hast du vor dem Projekt schon einmal etwas programmiert?
14 SchülerInnen gaben an, noch nie vorher programmiert zu haben. Drei programmierten schon einmal ein Spiel.

Frage 16: Wie hat die das Programmierspiel gefallen?
10 Jugendlichen machte es Spaß, sieben fanden keine Freude daran.

Frage 17: Wie hat dir das Spiel für LEGO geholfen? ((4er Werteskala):
11 ProbandInnen half es etwas, vier wenig und zwei hat es gar nicht geholfen.

Frage 18: Was die LEGO-Programmiersprache schwer?
Kein Problem hatten 11 Jugendliche, sechs meinten schon.

Frage 19: Konntest du oder dein Team ohne fachliche Unterstützung (selbstständig) programmieren? Diese Frage beantworteten 11 SchülerInnen mit nein. Sechs SchülerInnen meinten diese Aufgabe alleine gelöst zu haben (4 Burschen, 2 Mädchen).

Die Jugendlichen hatten die Gelegenheit auch Gästen (zwei Klassen aus einer NMS 5. und 8. Schulstufe, eine Klasse AHS 5. Schulstufe) ihre Erkenntnisse und das Produkt, die automatisierte Zuckerstraße, zu präsentieren. Dafür wurden sieben Stationen aufgebaut. Die SchülerInnen konnten sich entscheiden, welche Station sie betreuen wollten. Am Ende jeder Veranstaltung wurden die Jugendlichen befragt.

Fragebogen Präsentationen (6 Fragen).
Bei der 1. Präsentation übernahmen 15 SchülerInnen die Stationen (6 Mädchen, 9 Burschen), bei der 2. Präsentation waren 12 SchülerInnen (7 Mädchen, 5 Burschen) im Einsatz. Gäste der ersten Veranstaltung waren die Klassen der NMS, die der zweiten die SchülerInnen einer AHS.

Frage 2: Konntest du deine Aufgabe problemlos erfüllen?
Präsentation 1: 12 Jugendliche beantworteten diese Frage mit ja, drei meinten ihre Aufgabe nur teilweise erfüllt zu haben. Keiner meinte, mit seiner Aufgabe nicht zurande gekommen zu sein.
Präsentation 2: Alle 12 Jugendlichen gaben an ihre Aufgabe problemlos gemeistert zu haben.

Frage 3: Konntest du die Fragen der Gäste beantworten?
Präsentation 1: Alle SchülerInnen gaben an, die Fragen der Gäste beantwortet zu haben.
Präsentation 2: 11 ProbandInnen gaben an die Fragen der Gäste beantwortet zu haben, einer konnte diese teilweise beantworten.

Frage 4: Hattest du Spaß daran, dein Wissen und Können weiter zu geben?
Präsentation 1: Diese Frage beantworteten 10 ProbandInnen mit ja und fünf teilweise.
Präsentation 2: Neun Jugendliche beantworteten diese Frage mit ja, drei mit teiweise.

Frage 5: Wie hast du dich gefühlt? 4 3 2 1
Präsentation 1: Fünf ProbandInnen kreuzten super an, neun waren begeistert. Einer fand es ok, keiner war unzufrieden.
Präsentation 2: Acht der Jugendlichen kreuzten super an, vier waren begeistert. Keiner wählte einen anderen Smily.

Frage 6: Hat dich jemand für deine Präsentation gelobt?
Präsentation 1: Acht SchülerInnen gaben an, für ihre Präsentation nicht gelobt worden zu sein. Vier wurden gelobt. Drei Jugendliche wurden teilweise gelobt.
Präsentation 2: Fünf der ProbandInnen wurden gelobt, vier teilweise und drei gaben an, gar nicht gelobt worden zu sein.

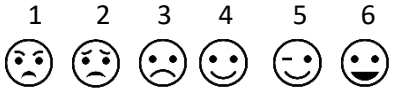
Auch die Gäste bekamen die Gelegenheit ihre Meinung abzugeben. Dafür wurde ein Fragebogen mit neun Fragen erstellt. An der Befragung nahmen die SchülerInnen zweier 5. Schulstufen (Sst) und einer 8. Schulstufe(Sst) teil.

Präsentation 1 (5. Sst): es nahmen 11 Mädchen und 12 Burschen teil.
Präsentation 1 (8. Sst): es nahmen 11 Mädchen und 8 Burschen teil.
Präsentation 2 (5. Sst): es nahmen 12 Mädchen und 13 Burschen teil.

Frage 1: Waren die Erklärungen für dich gut verständlich?
Präsentation 1 (5. Sst): 22 Gäste gaben an die Erklärungen gut verstanden zu haben, einer fand dies nicht.
Präsentation 1 (8. Sst): Für 18 Jugendliche waren die Erklärungen gut zu verstehen, einer fand dies nicht.
Präsentation 2 (5. Sst): Für alle 25 SchülerInnen waren die Erklärungen gut zu verstehen.

Frage 2: Konnten die Guides alle deine Fragen beantworten?
Präsentation 1 (5. Sst): 14 Gästen konnten alle Fragen beantwortet werden, neun Gästen teilweise.
Präsentation 1 (8. Sst): 14 Jugendlichen konnten alle Fragen beantwortet werden, für zwei Jugendliche konnten nicht alle Fragen beantwortet werden und zwei Jugendlichen konnten die Fragen nur teilweise beantwortet werden.
Präsentation 2 (5. Sst): 18 SchülerInnen konnten alle Fragen beantwortet werden, für sieben konnten die Fragen teilweise beantwortet werden.

Frage 5: Wie hat dir die Kranstraße gefallen?



Präsentation 1 (5. Sst): Auf der 6-teiligen Werteskala gaben 10 Gäste die Bestnote 6, 8 die Note 5, drei die Note 4 und einer die Note 3.
Präsentation 1 (8. Sst): Fünf der Jugendlichen bewerteten die Kranstraße mit der Bestnote 6, fünf mit der Note 5, acht mit der Note 4 und einer mit der Note 1 (schlechteste Wertung).
Präsentation 2 (5. Sst): 17 der SchülerInnen gaben der Kranstraße die Bestnote 6, sieben die Note 5, einer die Note 3.

Frage 6: Würdest du wieder so eine oder eine ähnliche Veranstaltung besuchen?
Präsentation 1 (5. Sst): 18 der Gäste wurden eine weitere Veranstaltung besuchen, sechst lehnten dies ab.
Präsentation 1 (8. Sst): 11 der Jugendlichen würden eine weitere Veranstaltung besuchen, acht verneinten dies.
Präsentation 2 (5. Sst): 24 SchülerInnen bejahten diese Frage, einer verneinte.

Frage 7: Würdest du den Besuch dieser Veranstaltung jemanden anderen empfehlen?
Präsentation 1 (5. Sst): 17 Gäste bejahten, sechst verneinten.
Präsentation 1 (8. Sst): 11 Jugendliche würden die Veranstaltung weiterempfehlen, acht würden dies nicht tun.
Präsentation 2 (5. Sst): 24 SchülerInnen würden diese Veranstaltung jemanden anderen empfehlen, einer verneinte dies.

Frage 8: Welche Station hat dir am besten gefallen?
Präsentation 1 (5. Sst): 9 Gästen gefiel die Station der Zuckerstraße (Station 7). Station 5 (programmiere das Rennaute) war mit fünf Nennungen auf Platz 2.
Präsentation 1 (8. Sst): 12 der Jugendlichen gaben Station 7 als beliebteste Station an. Station 2 (Programmierspiel von google) wurde mit sieben Nennungen auf den 2. Platz gestellt.
Präsentation 2 (5. Sst): Station 2 wurde mit 10 Nennungen am besten bewertet. Station 6 (DAS BIN ICH) und die Zuckerstraße (Station 7) wurden mit je acht Nennungen auf den zweiten Platz gesetzt.

Frage 9: Würdest du in deiner Schule auch gerne so ein ähnliches Projekt machen?
Präsentation 1 (5. Sst): 19 der Gäste bejahte diese Frage, vier wollen dies nicht.
Präsentation 1 (8. Sst): 11 der Jugendlichen würden in ihrer Schule gerne so ein Projekt machen, acht verneinten.
Präsentation 2 (5. Sst): 24 SchülerInnen wollen in ihrer Schule so ein ähnliches Projekt machen, ein Schüler nicht.

5.2.3 Diversität & Gender

Es wurden bewusst Gruppen rein aus Burschen bzw. Mädchen oder gemischt erstellt, um die Zusammenarbeit und Aufgabenverteilung beobachten zu können.

Reine Burschen- bzw. Mädchengruppe:

Bei beiden kristallisierte sich schnell ein Oberhaupt heraus, welches die Aufgabenverteilung übernahm. In der Selbstbeurteilung beschrieben sich beide Gruppen als zufrieden mit ihren Ergebnissen und ihrer Zusammenarbeit. Die Burschengruppe war dabei besonders auf das Thema fokussiert, bei der Mädchengruppe wurde nur von Einzelnen verstärktes Interesse gezeigt. Ein Mädchen zeigte sowohl technisch, als auch beim Programmieren besondere Affinität.

Gemischte Gruppen:

Beide gemischten Gruppen hatten Probleme mit ihrer Disziplin. Nur wenige haben wirklich gearbeitet. Die Aufgaben wurden entweder von einer Person alleine übernommen, oder weitergereicht und Stück für Stück vervollständigt.

Allgemeine Beobachtungen:

Allgemein konnte das Projekt nicht alle SchülerInnen erreichen. Das Interesse war bei den Mädchen etwas geringer, als bei den Burschen. Die reine Burschengruppe war besonders in die Thematik vertieft. Trotzdem wurde von allen Gruppen ein positiver Abschluss erreicht und der Kran fertig gebaut und programmiert. Auffällig war ein erhöhtes Interesse der Mädchen für die anstehenden Programmierarbeiten.

AO-Schüler:

Beide zeigten eine hohe Technik-Affinität. Einer hat in seiner Gruppe intensiv gearbeitet, jedoch primär alleine und Still vor sich hin. Damit hat er die ganze Gruppe mitgetragen, die sonst wenig mitgearbeitet hat. Zum Schluss wurde seine Arbeit von seiner Gruppe anerkannt. Der zweite AO-Schüler war bei der Präsentation stärker vertreten.

Präsentation:

Die SchülerInnen konnten sich selbst für Stationen melden. Dabei wurden die technischen Stationen von den Burschen betreut, das Programmierspiel von den Mädchen. Bei den LEGO-Technik Stationen und der dazugehörigen Programmierung haben sich keine Mädchen gemeldet. Bei den Physikbereichen gab es ein Mädchen mit besonders großem Interesse. Der zweite AO-Schüler hat sich freiwillig für die physikalischen Modelle aus LEGO gemeldet und diese Station betreut.

5.3 Interpretation

Das Projektthema wurde durch die starken technischen Aspekte nicht von allen SchülerInnen als wichtig und interessant erachtet. Dies wurde von uns auch erwartet. Unser Ziel war es, so viele wie möglich zu erreichen und gegebenenfalls Interesse zu wecken. Besonders das Interesse von Mädchen an Technik wollten wir beobachten.

Die Wahl, auf LEGO zu setzen, sollte den Einstieg in den technischen Bereich erleichtern und vorhandenes Vorwissen nutzen. Hier zeigte sich, dass einige wenige bereits mit Lego Erfahrungen gesammelt hatten (Frage 3), dies jedoch letztendlich wenig Relevanz für den positiven Abschluss hatte, da alle Gruppen ihre Kräne bauen und abschließen konnten. Dabei ist uns aufgefallen, dass Burschen deutlich mehr Erfahrung mit LEGO hatten und damit einfacher mit LEGO-Technik umgehen konnten. Andere Bausätze als LEGO waren jedoch weitgehend unbekannt (Fischer Technik und andere).

Fachliche Kompetenz:

Der Start mit theoretischen Grundlagen hat sich als hilfreich erwiesen (Frage 6). Der Vergleich zwischen der Bewegung der Menschen und Maschinen hat viel zum Verständnis beigetragen. So war die Funktion beim menschlichen Körper gut erkennbar und daraus die mechanische Umsetzung ersichtlich und umgekehrt die einfachere Darstellung der mechanischen Bewegung hilfreich für die Identifikation der menschlichen (Frage 7). Gleichgewicht und Kräfte wurden einfacher verstanden und angewendet als von uns erwartet. Es zeigte sich schnell ein guter Umgang mit unterschiedlichen Hebeln und Konstruktionen zum Gewichtsausgleich. Hier hatten wir mit deutlich mehr Problemen in der Umsetzung gerechnet.

In der praktischen Umsetzung während der Workshops wurde das theoretische Vorwissen anhand kleiner Beispiele getestet. Diese wurden schnell und einfach erkannt und beschrieben (Kapitel 3.3.1). Beim Bau zeigten sich anfangs Schwierigkeiten beim Erkennen der Relevanten Aspekte. Durch das Fehlen jeglicher Anleitungen wurde wenig Fokus auf den Verbau der vorher theoretisch erarbeiteten physikalischen Elemente geachtet und mehr auf die Optik Wert gelegt. Dies führte zu Instabilität und Verbau viel unnötigen Materials (Bausteinen). Dieses Problem führte zu häufigen Umbauten der Basis und daher zu erhöhtem Zeitaufwand. Erst nach einer Eingewöhnungsphase in das selbstständige Arbeiten ohne Vorlagen wurden die relevanten Elemente erkannt. Versuch und Irrtum waren erwünscht und erwartet. Sie lernten aus diesen Rückschlägen die Chance auf neue Lösungen zu kommen. Im weiteren Verlauf war die Fokussierung auf die technischen Aspekte stärker vorhanden, wodurch es auch weniger zu Problemen kam. Damit wurde auch weniger fachliche Unterstützung benötigt. Der Bau der Schaufel stellte eine besondere Herausforderung dar, da die Bewegung einen Richtungswechsel beinhaltete. Für die Lösung war eine verstärkte fachliche Unterstützung notwendig. Die Berücksichtigung des Gleichgewichts und der Gewichtsverteilung wurde zwar verstanden, jedoch in der Praxis stark unterschätzt. Daher wurden regelmäßig Umbauten selbstständig durchgeführt, um ein Gleichgewicht zu gewährleisten.

Allgemein war die Komplexität der Konstruktion ersichtlich. Allen ist es anfangs schwer gefallen die Realisierung rein aus theoretischem Wissen umzusetzen. Der Gebrauch der LEGO-Technik Elemente stellte sich nicht als Hürde heraus.

Die SchülerInnen mussten keine Programmierkenntnisse mitbringen (Frage 15). Diese wurden im Laufe des Projekts vermittelt. Es handelt sich bei LEGO-Mindsstorms um eine Bildsprache. Diese ist sehr einsteigerfreundlich, beinhaltet dennoch viele wichtige Elemente klassischer Programmiersprachen. Den Anfang machte das spielerische Programmieren mit dem Google Doodle. Dieses stellte sich auch als durchaus hilfreich heraus (Frage 17). Die Ähnlichkeit dieses Spiels zur späteren Programmierung erleichterte den Umgang damit (Frage 18). Die Programmierung stellte sich anschließend als gut verständlich heraus und benötigte nur eine Einführung der Fachkräfte. Der Einbau des

Startknopfes (Erweiterung) wurde von den SchülerInnen selbstständig durchgeführt. Lediglich der Hinweis auf die Benutzung von Schleifen in der Programmierung wurde vermittelt und gleich umgesetzt.

Das Programmierverständnis der SchülerInnen war größer als von ihnen selbst gesehen (Frage 19). Sie benötigten wesentlich weniger fachliche Unterstützung, als von ihnen wahrgenommen. Abgesehen von der Einführung war es den SchülerInnen möglich den Bewegungsablauf des Krans selbstständig zu programmieren. Zusätzlich benötigten sie Unterstützung um den Ablauf der gesamten Kranstraße abzurunden. Hier fließen alle physikalischen- und Programmierelemente zusammen und bilden daher eine besondere Herausforderung. Hier waren nur noch die Interessiertesten involviert.

Überfachliche Kompetenz:

Ein wichtiger Aspekt des Projekts war das selbstständige Erarbeiten und Arbeiten. Die Umsetzung der gemeinsam erarbeiteten Theorie in die Praxis wurde von den SchülerInnen individuell realisiert. Wichtig war die Erkenntnis des Zusammenhangs zwischen Theorie und Praxis. Dies war auch eine der schwereren Aufgaben, die die Gruppen selbst bewältigen mussten. Hier zeigten sich auch gröbere Diskrepanzen zwischen der Selbsteinschätzung der SchülerInnen und der Beobachtung der Betreuungspersonen (Frage 6). Dies führte auch zu großer Unruhe, da dadurch „der rote Faden“ nicht gefunden wurde.

Den besten Umgang damit hatte die reine Burschengruppe, die schnell zu einer funktionierenden Zusammenarbeit fand (5.2.2). Zu Beginn war die selbstgewählte hierarchische Struktur förderlich, da die Aufgabenverteilung damit erleichtert wurde. Im weiteren Verlauf wurde diese Struktur immer unwichtiger und löste sich auf durch die Abwesenheit des „Bauprofis“.

Die reine Mädchengruppe hatte es schwer zu einer stabilen Struktur zu finden, da die Mitglieder häufig wechselten. Meist bildete sich eine Leiterin heraus, die die meiste Arbeit erledigte und die Aufgabenverteilung übernahm. Die meisten Gruppenmitglieder zeigten wenig bis kein Interesse am Thema und unterstützten die Leiterin kaum. Sie selbst stellten sich ein gutes Zeugnis aus (Zitat: „Gute Zusammenarbeit der Gruppenmitglieder“) und verließen sich komplett auf ihre Leiterin. Die bewusste Beschönigung in der Selbstreflexion war dabei auffällig, da andere Gruppen sehr wohl auf ihre Diskrepanzen eingingen (Beobachtung der 2. Mischgruppe).

Bei den gemischten Gruppen gab es eine ziemlich schlechte Arbeitsmoral. Die Mädchen hielten sich meist heraus, pro Gruppe wurde nur von einer Person gearbeitet. Es wurde teils heftig gestritten und geschimpft. Dies wurde bei der den jeweiligen Workshop abschließenden Reflexion auch zum Ausdruck gebracht und selbst kritisiert. Darunter litt das Weiterkommen in der Projektarbeit und musste in den weiteren Workshops aufgeholt werden. Nach der Reflexion der eigenen und der anderen Gruppen wurde die Streiterei als Problem und Hinderung erkannt. Daraus entstand die Motivation auf die anderen Gruppen aufschließen zu wollen und am gruppeninternen Umgang zu arbeiten. Erst im letzten Workshop kristallisierte sich eine Leitperson heraus, die die offenen Schritte im Alleingang durchführte. Diese Leitperson forderte mit Nachdruck die fachliche Unterstützung ein.

Diversität- und Genderkompetenz:

Die AO-Schüler verhielten sich sehr unterschiedlich. Während einer die Aufgabenlast seiner Gruppe trug, hielt sich der andere ähnlich der anderen Gruppenmitglieder heraus. Diese Arbeit wurde von der Gruppe letztendlich auch anerkannt. Der Schüler zeigte ein hohes, technisches Verständnis und vermittelte großes Interesse am Projekt und dem verwendeten Material. Das Programmieren reizte ihn jedoch weniger, diesen Teil übernahm überraschend ein Mädchen. Der zweite AO-Schüler hatte sichtlich wenig Interesse an der Projektarbeit, jedoch mehr an den theoretischen Aspekten. Bei der

Präsentation übernahm er die physikalische Station (Station 3) mit den physikalischen Hintergründen.

Die Mädchen waren an den mechanischen und technischen Bereichen des Projekts wenig interessiert. Sie hielten sich meist zurück oder komplett heraus und überließen den Bau den Burschen. In der reinen Mädchengruppe wurde daher nur mit wenig Motivation daran gearbeitet. Auffällig war das weitaus größere Interesse an Programmieren. Dies zeigte sich bereits beim Google Spiel und führte zu einer höheren Bereitschaft bei der Programmiereinführung mitzuarbeiten. Sie wurden zu Multiplikatoren. Darin sahen sie ihre Aufgabe, auf die sie zu warten schienen. Für den technischen Bereich des Projekts zeigten sie von Anfang an wenig Interesse. Ihr Hauptinteresse lag eindeutig auf dem Programmieren. Es erweckte den Anschein einer Flucht weg von Mechanik, hin zur „Softwareentwicklung“ und damit dem IT-Bereich.

Präsentationen:

Die Präsentationen wurden von Mädchen und Burschen gleichermaßen betreut (Fragebogen Präsentationen). Damit war das Interesse der Mädchen zu präsentieren größer, als bei der Arbeit selbst. Die Mädchen waren sichtlich stolz auf ihre Errungenschaft und es war ihnen wichtig, dies anderen mitzuteilen. Die SchülerInnen fühlten sich selbst bestens vorbereitet und fähig den Gästen als Guides zur Verfügung zu stehen. Diese Selbsteinschätzung deckt sich mit der Meinung der Gäste. Bei den jüngeren BesucherInnen zeigte sich ein stärkerer Fokus auf die spielerischen Aspekte (Bauen mit LEGO und Programmierspiel), bei den älteren stieg das Interesse an den technischen deutlich an. Hier rückten die Programmierung und der Aufbau der Kranstraße in den Vordergrund. Diese wurde allgemein sehr gut bewertet und erregte Aufsehen. Sie wurde von den SchülerInnen komplett selbstständig bedient und gewartet. Auch das spielerische Programmieren kam sehr gut an. Dies deckt sich auch mit der Begeisterung der Projektklasse. Diese Station wurde von zwei Mädchen betreut.

6 RESÜMEE UND AUSBLICK

Zusammenschau des Projekts und der Evaluation. Was ist insgesamt herausgekommen? Was bedeutet das für unseren weiteren Unterricht? Was haben wir dabei erfahren, gelernt? Wie könnte es weitergehen? Welche Fragen bleiben offen bzw. sind erst aufgetaucht?

Die automatisierte Zuckerstraße sollte den SchülerInnen einen Einblick in technische Bereiche und Programmieren ermöglichen. Um dies zu verwirklichen wurden mit LEGO-Technik und LEGO-Mindstorms programmierbare Kräne umgesetzt, die beide Bereiche abdecken. Ziel war eine selbstständige Erarbeitung der Zusammenhänge und ein freies Arbeiten mit selbstbestimmter Aufgabenverteilung. Nach der Einführung in die nötigen physikalischen Grundlagen wurden diese direkt praktisch umgesetzt und damit den SchülerInnen der Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis nähergebracht. Das aus dem selbstbestimmten Arbeiten resultierende Scheitern sollte die SchülerInnen darin bestärken selbst nach Lösungen zu suchen.

Die Untersuchung von Gender-verhalten nahm eine große Rolle ein, da in der Technik bekanntlich ein großes Ungleichgewicht herrscht. Dieser Aspekt wurde durch unterschiedliche Gruppenaufteilungen im speziellen beobachtet.

Für die Erfahrungen aus dem Projekt wurde verstärkt auf die Selbstreflexion der SchülerInnen gesetzt. Zusätzlich wurden Beobachtungen gesammelt und Fragebögen aus der abschließenden Präsentation herangezogen.

Das Projekt stieß sowohl bei den SchülerInnen, als auch bei den Präsentationsbesuchern, auf durchwegs positives Feedback. Die Entscheidung auf LEGO zu setzen war sehr gut, da so der Einstieg erleichtert werden konnte. Sowohl die mechanischen Bereiche, als auch die Programmierung der elektrischen Maschinen konnten dadurch von allen SchülerInnen verstanden und umgesetzt werden. Die Kombination der einzelnen Gruppenarbeiten zu einer großen gab einen Anreiz sich gegenseitig auszuhelfen, um alle zu einem positiven Abschluss zu verhelfen. Der Bau der Kräne stellte sich als zu aufwendig und schwer für die SchülerInnen heraus. Die Konstruktion war zu komplex und bestand aus zu vielen, aufwändig zu erarbeitenden Elementen. Dadurch wurden die wesentlichen Aufgaben schnell übersehen. Trotz dieser Probleme konnten alle Gruppen einen positiven Abschluss erreichen und zu Recht auf das gemeinsame Ergebnis der Zuckerstraße stolz sein.

Anfangs war es für die SchülerInnen schwer, sich auf das selbstständige Arbeiten einzulassen. Mit fortschreiten des Projekts besserte sich dies deutlich, bis gegen Ende kaum noch Unterstützung notwendig war. So waren die Gruppen im Stande ihre Arbeiten eigenständig zu finalisieren, was in den Präsentationen deutlich wurde. Hier zeigten sich die SchülerInnen als sichere Guides ihrer Arbeiten.

Die Möglichkeit einen Einblick in Programmieren zu erlangen stieß auf großes Interesse. Viele SchülerInnen wollten mehr über diesen für sie unbekannten Bereich erfahren. Der erleichterte Einstieg durch die Bildsprache von LEGO bildete zwar nur einen Teil moderner Programmierung ab, war dafür aber eine gute Möglichkeit wichtige Elemente, wie Sequenzen und Schleifen kennen zu lernen. Einige SchülerInnen hätten gerne mehr im Programmierbereich gelernt.

Jeder Workshop wurde mit einem rückblickenden Protokoll eingeleitet. Dieses diente zur Wiederholung der bisherigen Arbeitsschritte und zur Vorbereitung auf die noch folgenden. Am Ende jeder Einheit wurde ein weiteres Protokoll verfasst, das vorrangig zur Reflexion diente. Hier wurden die abgeschlossenen und noch ausstehenden Aufgaben dokumentiert und das Verhalten in den Gruppen ausdiskutiert. Diese Protokolle waren nicht nur für die Gruppen selbst zur Reflexion wichtig, sondern auch ein besonders wichtiger Bereich der Evaluation. Die SchülerInnen waren sehr ehrlich zu sich und den BetreuerInnen. Daher konnte das Gruppenverhalten damit hervorragend abgebildet werden. Die

reine Burschengruppe war wie erwartet die sicherste. Hier war am meisten Vorwissen vorhanden und großes Interesse an allen Bereichen des Projekts. Es gab kaum Streitereien und daher auch eine gute Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe. Die reine Mädchengruppe war anfangs eher schwach, holte dies in den folgenden Workshops jedoch erfolgreich auf und konnte so ebenfalls einen Abschluss erreichen. Die gemischten Gruppen waren beide sehr zerstritten. Hier funktionierte die selbstbestimmte Arbeitsteilung kaum bis gar nicht. Die Mädchen hielten sich aus der Arbeit heraus, die Burschen konnten sich jedoch auch nicht motivieren. Erst als den Gruppen auffiel, dass sie im Vergleich zu den geschlechtshomogenen Gruppen langsamer voran kamen, konnten sie sich zu einer gewissen Zusammenarbeit überwinden. Daraufhin war eine deutliche Besserung zu sehen.

Der Abschluss mit Präsentationen war ein großer Erfolg. Sowohl die Arbeitsgruppe, als auch die Gäste waren von dem Ergebnis begeistert. Die Projektgruppe war sichtlich stolz auf ihre Arbeit, was sich auch auf die Gäste niederschlug. Diese zeigten großes Interesse selbst ein solches Projekt umzusetzen.

Für den weiteren Unterricht ist ein ähnliches Projekt in kleinerem Rahmen gut umsetzbar und geplant. Für die SchülerInnen hat sich das Thema Kran mit den vielen zusammenhängenden physikalischen Grundlagen als zu komplex herausgestellt. Bei der Konstruktion mussten zu viele unterschiedliche Problemstellungen gleichzeitig gelöst werden. Ein Aufteilen auf einzelne Themenbereiche als kleinere Projektziele wäre für die SchülerInnen überschaubarer und daher leichter zu realisieren. Ein Beispiel dafür ist das für die Präsentation erstellte Auto, das weniger Bauarbeit, dafür mehr Programmierung verlangt. Dies würde auch den Wunsch der SchülerInnen nach mehr Programmierung nachkommen.

Die Arbeit an solch großen Projekten, wie der automatisierten Zuckerstraße, ist mit LEGO gut umsetzbar. Es können viele unterschiedliche Themen der Physik, Elektronik und Digitalisierung abgebildet werden. Die Komplexität muss dabei an den jeweiligen Schultyp und die jeweilige Schulstufe angepasst werden. Die automatisierte Zuckerstraße ist eher für höhere Schultypen oder technische Schulen geeignet. Für jüngere ist eine kleinere Zielsetzung notwendig. Das Material ist für alle Altersgruppen gut geeignet.

Das Projekt sollte Mädchen Inhalte außerhalb der traditionellen Frauenberufe vorstellen und näher bringen. Hierfür müssten bereits vor der 9. Schulstufe Anreize gesetzt werden. Dies wurde auch in diesem Projekt wieder deutlich. Daraus resultiert eine klare Abneigung gegen die mechanischen und physikalischen Bereiche. Überraschender Weise war das Interesse an der Software sehr groß. Durch eine verbale Trennung der IT von der Technik könnte dies gefördert werden, um hier eine Differenzierung aufzuzeigen. Eine Fokussierung der EDV-Unterrichts auf Programmieren und digitale Medien könnte zu einer Förderung von Mädchen in traditionellen Männerberufen wie der Softwareentwicklung führen.

7 LITERATUR

Kompetenzmodell der Naturwissenschaften der 8. Schulstufe herangezogen (bifie; 2011)

Thomas, Stuber u.a.: Technik und Design S. 254, Bern, Bildungsverlag, 1. Auflage, 2017

Gollenz, Franz u.a.: Physik 2. Wien, ÖBV

Kids Coding https://www.google.com/doodles/celebrating-50-years-of-kids-coding [abgerufen 4. Dezember 2017]

8 ANHANG

Anhang 1: Projektfahrplan

Anhang 2a-2d: Theorieblätter

Anhang 3: Protokolle

Anhang 4: Fragebogen Präsentation Gäste

Anhang 5: Fragebogen Präsentation SchülerInnen

Anhang 6: Fragebogen am Ende des Projekts

Anhang 7: Beobachtungsprotokoll

ABBILDUNGEN

Abb. 1: Die automatisierte Zuckerstraße

Abb. 2: Physikalisches Modell 1

Abb. 3: Physikalisches Modell 1, SchülerInnen

Abb. 4: Physikalisches Modell 2

Abb. 5: Physikalisches Modell 2, SchülerInnen

Abb. 6: Basen der Kranmodelle

Abb. 7: Aufbau eines Führerhauses

Abb. 8: Aufbau einer Schaufel

Abb. 9: Mindstorms-Programm

Abb. 10: Google Doodle Kids Programming

Abb. 11: Physikalisches Modell 3

Abb. 12: Rennauto

Abb. 13: Station 3

Abb. 14: Station 2

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."