



Martin Müller

Making im Unterricht am Beispiel des Raspberry Pi

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Magister der Naturwissenschaften

Lehramtsstudium Unterrichtsfach Informatik und Informatikmanagement

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Betreuer: Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.techn. Martin Ebner

Institut für Informationssysteme und Computer Medien
(ICM) der Technischen Universität Graz

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG¹

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Diplomarbeit identisch.

Datum

Unterschrift

Statutory Declaration¹

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources. The text document uploaded to TUGRAZonline is identical to the present diploma thesis.

Datum

Unterschrift

¹Beschluss der Curricula-Kommission für Bachelor-, Master- und Diplomstudien vom 10.11.2008; Genehmigung des Senates am 1.12.2008

Abstract

The purpose of this study was to investigate how Making Activities using a Raspberry Pi can be integrated into the context of school education. To do so, a workshop, lasting four hours, during which learners were given the chance to work on three differently designed stations and to create various different digital products, has been created and carried out. To gain a holistic picture of the ongoing processes, video recordings of the workshop have been analyzed and interviews with the supervising teachers have been conducted. Moreover, in order to gain an insight into the learners' perspective, two time-shifted questionnaires with the participating learners have been conducted. The collected data pointed out, that various digital products have been created, that learners have worked concentrated in groups over long periods of time and that problems have frequently been solved independently by the learners. Additionally, the supervising teachers were able to confirm, with slight limitations regarding considerations, such as time, preparation and material, which have to be made beforehand when wanting to include Making Activities, the success of the learner-oriented design of the concept. The collected data showed, that time, group composition regarding age and gender of participants as well as the degree of difficulty of the posed tasks are important aspects to consider for an inclusion of Making Activities into school education. This study showed that the Raspberry Pi as a tool used for Making Activities can facilitate various different forms of learner experiences.

Zusammenfassung

Ziel der Diplomarbeit war es, zu untersuchen, wie Making -Aktivitäten unter der Verwendung eines Raspberry Pi in den Schulunterricht eingegliedert werden können. Zu diesem Zweck wurde ein Workshop entworfen und durchgeführt, in dem Schülerinnen und Schüler in einem Zeitraum von vier Stunden an drei unterschiedlich konzipierten Stationen die Möglichkeit geboten wurde, verschiedenartige digitale Produkte zu gestalten. Zur Entwicklung eines möglichst ganzheitlichen Bildes wurde die videografische Beobachtung des Workshops analysiert, Interviews mit in betreuender Rolle teilgenommenen Lehrkräften geführt und Einschätzungen der teilgenommenen Personen in einem zeitlich versetzten, zweifachen Einsatz eines Fragebogens erhoben. Die Beobachtungen zeigen, dass zahlreiche digitale Produkte geschaffen, über weite Strecken konzentriert in Gruppen gearbeitet und vielfach Problemstellungen selbstständig gelöst wurden. Auch die Lehrpersonen konnten den Erfolg der Lernenden-orientierten Gestaltungsprozesse bekräftigen, allerdings mit dem Hinweis auf verschiedene Einschränkungen und im Vorfeld zu tätige Überlegungen (Zeit, Vorbereitungsaufwand, Material) die ein Making-Unterrichtskonzept einfordert. Die erhobenen Daten zeigen, dass Uhrzeit, Gruppenzusammensetzung hinsichtlich Alter und Geschlecht sowie Schwierigkeitsgrade der gestellten Aufgaben wichtige Aspekte für die Eingliederung von Making- Aktivitäten in den Unterricht darstellen. Im Rahmen dieser Studie erweist sich der Raspberry Pi als Werkzeug mit hohem Potential, das im Kontext von Making-basiertem Handeln vielseitige Lernerfahrungen ermöglichen kann.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich während meines Studiums und beim Verfassen der Diplomarbeit unterstützt haben.

Spezieller Dank gilt Dr. Ebner Martin für die Betreuung meiner Diplomarbeit und die unermüdlich geduldige Beantwortung meiner zahlreichen Mails.

Ich möchte mich auch bei allen Schülerinnen und Schülern für ihre Zeit und ihren Einsatz bedanken, den sie mir durch ihre Teilnahme an dem Workshop entgegen gebracht haben. Besonderer Dank gilt auch den Lehrkräften, die durch ihre zahlreichen Hilfestellungen zum Gelingen des Workshops beigetragen haben.

Allen meinen Freunden und Bekannten bin ich, für die emotionale Unterstützung und die motivierenden Worte, die mich während meiner Zeit an der Universität begleitet haben, zu Dank verpflichtet.

Ich möchte mich auch bei meiner Familie, bei meinen beiden Brüdern und ganz besonders bei meinen Eltern bedanken, die mich nicht nur in der Zeit meines Studiums unterstützt haben, sondern mich schon mein ganzes Leben lang in meinem Tun bestärken. Bei meiner Mutter, die als Korrektorin, dieser Arbeit viel Zeit und Mühen gewidmet hat, möchte ich mich ganz besonders bedanken.

Außerordentlich großer Dank gebührt meiner Freundin, die mich nicht nur bei dieser Arbeit, sondern schon mein ganzes Studium begleitet, beraten, motiviert und inspiriert hat und mir in vielerlei Hinsicht Rückhalt geboten hat. Ohne dich wäre das in dieser Form nicht möglich gewesen.

Vielen Dank euch allen. Ihr seid die Besten!

Inhaltsverzeichnis

Abstract	II
Zusammenfassung.....	III
Danksagung	IV
Inhaltsverzeichnis.....	V
1 Einleitung.....	8
1.1 Zielsetzung.....	9
1.2 Struktur der Arbeit	10
Teil I – Literaturrecherche	11
1 Klärung der Begrifflichkeiten.....	11
1.1 Making.....	11
1.2 Maker Movement.....	11
1.3 Do-It-Yourself (DIY).....	12
2 Maker- Movement – Ein Überblick	14
2.1 Make.....	15
2.2 Share.....	16
2.3 Give.....	16
2.4 Learn.....	17
2.5 Tool up.....	18
2.6 Play	19
2.7 Participate	20
2.8 Support.....	20
2.9 Change.....	21
3 Raspberry Pi.....	22
3.1 Die Entstehung des Raspberry Pi.....	22
3.2 Name und Logo	23
3.3 Die Entwicklung des Raspberry Pi	24
3.4 Evolution der Raspberry-Pi-Model B Serie.....	26
3.4.1 Raspberry Pi 1 Model B	26
3.4.2 Raspberry Pi 1 Model B+	27
3.4.3 Raspberry Pi 2 Model B	29
3.4.4 Raspberry Pi 3 Model B	30
3.4.5 Raspberry Pi Zero	30
3.5 Zusätzliche Komponenten für den Betrieb.....	32
3.5.1 Spannungsversorgung	32

3.5.2	Audio- und Videosignal.....	33
3.5.3	Netzwerkverbindung.....	33
3.5.4	Speicher.....	34
3.5.5	Weiteres Zubehör.....	34
3.6	Operating System.....	35
4	Lerntheorien.....	37
4.1	Montessoripädagogik – „Hilf mir es selbst zu tun“.....	37
4.2	Konstruktionismus.....	39
4.3	Constructionist Learning Lab.....	41
4.4	Making im Schulkontext.....	43
4.5	Making im schulischen Kontext am Beispiel des österreichischen Schulsystems.....	45
Teil II – Entwicklung.....		50
1	Erste Phase – Klärung der Rahmenbedingungen.....	50
1.1	Zusammenfassung der Rahmenbedingungen.....	52
1.2	Erläuterung der Entscheidungsgrundlagen.....	52
1.3	Entwicklung des Workshops.....	56
1.4	Konzept und Gestaltung der Stationen.....	59
1.4.1	Station 1 – Musizieren am Raspberry Pi.....	59
1.4.2	Stop Motion – Gestaltung eines Kurzfilms mit dem Raspberry Pi.....	60
1.4.3	Scratch goes Robot – Programmierung und Steuerung eines Roboters mittels Scratch-Programmierung.....	62
2	Entwicklungsmethoden.....	64
2.1	Methodische Verfahrensweise.....	65
2.2	Evaluationsplan.....	66
2.3	Datenerhebungsmethoden im Überblick.....	68
2.3.1	Unterrichtsbeobachtung.....	68
2.4	Fragebogen.....	70
2.5	Interview.....	71
2.6	Auswertung.....	72
3	Forschungsethik.....	74
Teil III – Analyse.....		76
1	Durchführung und Analyse des Workshopkonzepts.....	76
1.1	Raspberry Pi Making -Workshop im Überblick.....	76
1.2	Analyse des Workshop-Geschehens anhand von Fragestellungen.....	83
1.3	Sozialverhalten und Gruppendynamik.....	88
1.4	Making- Aktivitäten.....	96
1.5	Rolle des Raspberry Pi.....	106

1.6	Diskussion der Ergebnisse	111
1.6.1	Zeit	111
1.6.2	Motivation	112
1.6.3	Gruppenzusammensetzung hinsichtlich Altersheterogenität.....	114
1.6.4	Förderung von Programmierkompetenzen.....	115
1.7	Zusammenfassung und Ausblick	117
	Literaturverzeichnis	120
	Anhang	126
	Anhang A - Aufbau und Verlaufsplanung des Raspberry Pi Making Workshops	127
	Anhang B - Fragenkatalog der Analyse.....	128
	Anhang C - Cheatsheet Station 1.....	129
	Anhang D - Cheatsheet Station 2	131
	Anhang E - Cheatsheet Station 3.....	133
	Anhang F - Interview mit der Lehrperson	135
	Anhang G - Fragebogen	136
	Tabellenverzeichnis	138
	Abbildungsverzeichnis.....	139

1 Einleitung

Ich höre und vergesse, ich sehe und erinnere mich, ich mache und verstehe.
(Chinesisches Sprichwort)

Produkte selbst zu machen, obwohl dies oftmals weder einen finanziellen noch zeitökonomischen Vorteil darstellt, erfreut sich seit Jahren steigender Beliebtheit, die sich in der Form einer „Do-it-yourself“ (DIY)-Bewegung als gesellschaftlicher Trend entwickelt hat (Held, 2010). Allerdings reicht es vielen Menschen nicht Dinge nach Anleitung zu fertigen, sondern sie hegen vielmehr den Wunsch, eigenen Ideen in neuartigen, innovativen Produkten Ausdruck zu verleihen und diese zu verwirklichen. Die fortschreitenden Digitalisierung unserer Gesellschaft entfaltet auch in der DIY-Bewegung ihr Potential und ermöglicht die Entwicklung und Gestaltung (machen – engl. „to make“) digitaler Produkte, als auch die Nutzung digitaler Werkzeuge wie zum Beispiel Vinyl -Cutter, 3D-Drucker oder auch Tablets (Schön et. al, 2016). Diese Entwicklung wird gemeinsam mit der Entwicklung der Mitmach-Werkstätten als Maker-Bewegung bezeichnet (Anderson, 2012). Die Maker-Bewegung ist dabei allerdings nicht eine kleine Randerscheinung, sondern erfreut sich weltweit größter Beliebtheit. Anderson (2012) schätzt diese Bewegung sogar als „dritte industrielle Revolution“ ein, die die Struktur der Wirtschaft und damit einhergehend die Gesellschaft verändern wird. Dass diese Annahme nicht ganz unbegründet ist, zeigt auch die Tatsache, dass der amerikanische Präsident Barack Obama im Rahmen einer Maker- Faire-Veranstaltung im Weißen Haus von einer Revolution durch die Maker-Bewegung sprach und die „Nation of Makers“² ausrief.

Auch in Österreich ist die Bewegung längst angekommen. So listet die Website *makerszene.at* ein Angebot von 29 österreichischen Einrichtungen auf (Makerspaces, Fab Labs, Projekte mit ähnlichem Konzept), in denen Maker gestalten und entwickeln können. Auch die im April 2016 veranstaltete Maker Faire Vienna, die weltweit größte Veranstaltung für Maker und Bastler³, die in der österreichischen Hauptstadt Wien

² Vgl. <https://www.whitehouse.gov/nation-of-makers> [abgerufen am 10.05.2016].

³ Vgl. <http://futurezone.at/digital-life/die-maker-faire-kommt-2016-nach-oesterreich/157.513.769> [abgerufen am 07.05.2016].

veranstaltet wurde⁴, lässt eine Verwurzelung der Bewegung in der österreichischen Bevölkerung erahnen.

Eines der beliebtesten Tools der Maker-Bewegung stellt der Raspberry Pi⁵ dar – eine vielseitig einsetzbare, günstige Computerplatine in der Größe einer Kreditkarte⁶. Im Oktober 2015 erwähnte die gemeinnützige Organisation Raspberry Pi Foundation, die hinter der Entwicklung der Platine steht, dass sie seit dem Start im Sommer 2011 mehr als sieben Millionen⁷ Stück ihrer Computer verkauft hätten. Gepaart mit der Beobachtung der stetig steigenden Anzahl deutschsprachiger Blogs, die diese Platine zum Thema haben, liegt die Vermutung eines entsprechenden Interesses auch in der österreichischen Bevölkerung nah.

1.1 Zielsetzung

Auf Grund der Verankerung beider Themen in der gesellschaftlichen Wahrnehmung, sind dem Lehrauftrag entsprechend, diese Inhalte in das Unterrichtsgeschehen zu integrieren. In den allgemeinen Lehrplanbezügen der allgemeinbildenden höheren Schulen ist dieser Punkt wie folgt ausgeführt:

Der Unterricht hat sich entsprechend § 17 des Schulunterrichtsgesetzes sowohl an wissenschaftlichen Erkenntnissen als auch an den Erfahrungen und Möglichkeiten, die die Schülerinnen und Schüler aus ihrer Lebenswelt mitbringen, zu orientieren.⁸

Daher soll in der vorliegenden Arbeit ein Unterrichtskonzept entwickelt werden, in dem Making-Aktivitäten am Beispiel des Raspberry Pi im schulischen Bezugsfeld erfolgreich funktionieren können. Die Formulierung der Forschungsfrage lautet wie folgt:

Wie können Making-Aktivitäten unter der Verwendung eines Raspberry Pi in den Schulunterricht Einzug erhalten?

⁴ Vgl. <http://futurezone.at/digital-life/make-it-green-wenn-maker-die-welt-besser-machen/195.613.336> [abgerufen am 07.05.2016].

⁵ Vgl. <https://www.techopedia.com/definition/28408/maker-movement> [abgerufen am 11.04.2016].

⁶ Vgl. <https://www.raspberrypi.org/about/> [abgerufen am 10.05.2016].

⁷ Vgl. <https://www.raspberrypi.org/blog/senior-pi/> [abgerufen am 10.05.2016].

⁸ Bundesministerium für Bildung und Frauen: Allgemeine Lehrplanbezüge – AHS. https://www.bmbf.gv.at/schulen/bo/rg/allglpbezahs_18263.pdf?4dts3m [abgerufen am 10.05.2016].

In diesem Zusammenhang sollen zentrale Aspekte, wie zum Beispiel die Eingliederung in die Schulstruktur, die Rolle der Schülerin oder des Schülers, die Rolle der Lehrkraft sowie die didaktische Umsetzung geklärt werden.

1.2 Struktur der Arbeit

Diese Arbeit unterliegt einer dreiteiligen Gliederung, die sich aus einem Literaturteil, einem Projektteil und einem Analyseteil ergeben. Im ersten Teil der Arbeit werden durch Literaturrecherche Kernthemen wie die Maker-Bewegung, der Raspberry Pi und die Didaktik der Making-Aktivitäten behandelt. Diese Ausführungen dienen als Grundlage für die Entwicklung und Durchführung eines Unterrichtskonzepts, in dem Making-Aktivitäten am Beispiel des Raspberry Pi im schulischen Kontext erfolgreich funktionieren können. Der dritte Teil der Arbeit dient der Überprüfung des Konzepts. Dies wird in der Auswertung und Diskussion der Ergebnisse erreicht. Eine Zusammenfassung und ein Ausblick schließen die Arbeit ab.

Teil I – Literaturrecherche

Im ersten Teil dieser Arbeit soll durch eine angemessene Literaturrecherche eine solide Basis für die Entwicklung eines Unterrichtskonzepts geschaffen werden.

1 Klärung der Begrifflichkeiten

Da viele Begriffe der in dieser Arbeit behandelten Prinzipien sehr spezifisch sind, bedarf es zu Beginn einer Klärung dieser Termini.

1.1 Making

Der Begriff 'Making' entstand aus der Idee heraus, die Grundlagen und Mindsets des Maker -Movements - eine Bewegung, in der die Angebote grundsätzlich für Erwachsene ausgerichtet sind - in den Schulkontext zu setzen und auf diese Weise Kinder auf die dritte industrielle Revolution vorzubereiten. Making, das englische Wort *make* im *present continuous*, kann mit den Worten *fertigen*, *herstellen*, *erzeugen*, *erschaffen* übersetzt werden und lässt gute Rückschlüsse auf die Grundidee des schulisch-didaktischen Prinzips zu. Schön, Boy, Brombach, Ebner und Kleeberger (Schön, Ebner, Kumar, 2014; zitiert von 2016, S. 8) erklären den Begriff Making wie folgt:

Making sind Aktivitäten, bei denen jede/r selbst aktiv wird und ein Produkt, ggf. auch digital, entwickelt, adaptiert, gestaltet und produziert und dabei (auch) digitale Technologien zum Einsatz kommen. Making-Aktivitäten sind dabei soziale Aktivitäten, die häufig in speziellen Werkstätten, z.B. den Fablabs, Makerspaces, Hackerspaces u.a., und unter Berücksichtigung ökologischer und gesellschaftlicher Gesichtspunkte, z.B. als Upcycling oder im Repair- Café, durchgeführt werden.

1.2 Maker Movement

Making im Sinnbezug der Maker-Bewegung klar und eindeutig zu definieren birgt Schwierigkeiten, da sich dieser Begriff aus einem gesellschaftlichen Trend entwickelt hat, dem keine offizielle Instanz vorsteht, die eine Klärung der Begrifflichkeiten lösen könnte (Kraft, 2014). Es sind die Prinzipien, die besonders Mark Hatch in seinem Maker Manifesto herausgearbeitet hat, die die Maker-Bewegung von einer hinlänglich bekannten Heimwerker und Hobbybastler-Bewegung (Fastermann, 2013) abgrenzen. Technopedia, eine englischsprachige Online-Enzyklopädie, bei der man sich auf

lexikalisches Wissen rund um Technik und Digitalisierung spezialisiert hat, definiert das Maker- Movement wie folgt:

The maker movement is a trend in which individuals or groups of individuals create and market products that are recreated and assembled using unused, discarded or broken electronic, plastic, silicon or virtually any raw material and/or product from a computer-related device.⁹

Auf die das Maker- Movement kennzeichnende Prinzipien wird in Kapitel 2 genauer eingegangen. Der Begriff *Maker Culture* - ein Begriff, der in der einschlägigen Literatur in den letzten Jahren häufig als Synonym des Maker-Movement-Begriffs Verwendung gefunden hat - beschreibt eine Subkultur, die sich aus der Do-It-Yourself- Kultur und der *Hacker Culture* entwickelt hat und die Entwicklung von neuen oder bereits bestehenden Produkten zum Ziel hat¹⁰. Da der Maker-Culture ein technologischer Schwerpunkt zugrunde liegt, stehen ähnlich wie bei der Maker-Bewegung neuere technische Errungenschaften, wie die Entwicklung mithilfe eines 3D-Druckers, im Fokus.

1.3 Do-It-Yourself (DIY)

Die Do-It-Yourself-Kultur (DIY), deren daraus resultierendes Gewerbe allein in den USA einen Umsatz von 700 Milliarden US-Dollar ausmacht (Hatch, 2013), ist im deutschsprachigen Raum in erster Linie unter dem Begriff der ‚Heimwerker und Hobbybastler-Bewegung‘ bekannt. Der Begriff *Do it yourself*, der in der Regel mit *DIY* abgekürzt wird, wird - auch wenn mit dem Begriff unterschiedliche Bedeutungskonzepte zusammenhängen - mit handwerklichem Selbermachen (Gold, 1978) im Sinne von Reparieren, Verbessern, Wiederverwenden oder dem Erschaffen von Neuem in Verbindung gebracht. Folgende Bedeutungskonzepte gilt es laut Gold (1978, S. 6) klar zu unterscheiden:

- das Konzept einer unspezifischen DIY-Bewegung
- Hobby-Tätigkeiten, welchen alles zugeschrieben wird, was nicht Fließband-Arbeit gleicht
- die Bezeichnung einer bedeutenden Branche der Baumärkte und Werkzeughersteller

⁹<https://www.techopedia.com/definition/28408/maker-movement> [abgerufen am 31.03.2016].

¹⁰ Vgl. https://en.wikipedia.org/wiki/Maker_culture [abgerufen am 31.03.2016].

Wolf und McQuitty (2011) erklären die DIY-Herangehensweise als ein Konzept, in dem Personen Rohmaterialien, halb–gefertigte Materialien und Bauelemente nehmen und damit materielle Habseligkeiten herstellen, verändern oder rekonstruieren. In den letzten Jahren hat sich unter diesem Überbegriff eine Vielzahl an unterschiedlichen Bewegungen entwickelt, deren Vielfalt sich auch im Angebot an Fachmagazinen, Veranstaltungen und Onlineportalen zeigt. Repräsentative Beispiele¹¹ wären unter anderem:

- *Craft* – Ein Magazin, das sich besonders auf DIY-Projekte mit günstigen Materialien spezialisiert hat
- *Destination DIY* – Eine Radio-Show, die in Oregon (USA) beheimatet ist und die Diskussion von unterschiedlichen DIY-Projekten zum Inhalt hat.
- *Lifehacker* – Ein Onlineportal, in dem sich alles um Tipps und Tricks dreht, einschließlich der einfachen und zeitschonenden Schaffung von Tools, die den Alltag erleichtern sollen.
- *Hometalk* – ein soziales Netzwerk, welches die Aufwertung der heimischen vier Wände zum Ziel hat.
- *Make* – Ein Magazin, welches auch einen deutschen Ableger hat und ein sehr großes Feld an komplexen Projekten abdeckt.
- *Maker Faire* – Ein Event, welches in vielen Städten weltweit von dem Magazin Make abgehalten wird.
- *TechShop* – Ein Kette von Werkstätten, in denen Personen mit unterschiedlichem Vorwissen und Fähigkeiten unter den Hilfestellungen von geschultem Fachpersonal die Möglichkeit haben industrielle Geräte zu benutzen. Techshop ist eine kommerzielle FabLab-Marke, welche im Maker-Movement im amerikanischen Raum eine wichtige Rolle spielt. CEO des Unternehmens ist Mark Hatch, der das Buch *The Maker Movement Manifesto* verfasst hat.

Diese Auflistung lässt Rückschlüsse dahingehend zu, inwieweit sich die DIY-Bewegung und das Maker- Movement in diesem vielgestaltigen Angebot gegenseitig ergänzen.

¹¹ Vgl. https://en.wikipedia.org/wiki/Do_it_yourself [abgerufen am 25.04.2016].

2 Maker- Movement – Ein Überblick

Wer ist ein Maker? Entsprechend der begrifflichen Definition aus Kapitel 1 stellt Christ Anderson in seinem 2012 veröffentlichten Buch „*Maker: The New Industrial Revolution*“ richtig fest: Wir alle sind Maker. Er sagt:

We are all Makers. We are born Makers (just watch a child's fascination with drawing, blocks, Lego or crafts) and many of us retain that love in our hobbies and passions. It's not just about workshops, garages, and man caves. (Anderson 2012, S. 13)

Eine offizielle Sammlung von Prinzipien und Grundsätzen gibt es nicht, da auch keine offizielle Institution oder Organisation existiert, die der Bewegung vorstehen könnte. Die Maker-Bewegung ist mehr als eine Geisteshaltung zu verstehen, die sich ohne offizielle Leitung oder Organisation entwickelt. Dennoch scheint es Prinzipien und Regeln zu geben, die von den Makern befolgt werden (Kraft, 2014).

Anderson analysiert in seinem Buch drei Kennzeichen, die seiner Meinung nach, die Bewegung kennzeichnen:

1. Menschen, die digitale Desktop-Tools nutzen, um Entwürfe für neue Produkte zu entwickeln und aus diesen zu fertigen ('digitales Do it yourself').
2. Eine kulturelle Norm, diese Designs zu teilen und mit anderen in Online-Communities zusammenzuarbeiten.
3. Die Nutzung gemeinsamer Design-Datei-Standards, die es jedem, der möchte ermöglichen, seine Entwürfe an kommerzielle Hersteller und Dienstleister zu senden, um sie in einer beliebigen Anzahl produzieren zu lassen - genauso einfach, wie er die Entwürfe auf seinem Desktop herstellen kann. Dies verkürzt den Weg von der Idee zum Unternehmen radikal, genauso wie es das Web in Bezug auf Software, Information und Content getan hat.
(Anderson 2012, übers. v. Fastermann, Fastermann 2013, S. 14)

Fastermann (2013) weist darauf hin, dass diese Liste die Bewegung gut charakterisiert, aber ihrer Meinung nach nicht vollständig ist und dass der wichtigste Punkt, die Möglichkeit sein eigenes Design nicht nur umzusetzen, sondern auch weltweit verbreiten zu können, in dieser Auflistung auf keinen Fall unerwähnt bleiben darf. Einen tieferen und detailreicheren Einblick ermöglicht Mark Hatch (2013) in seinem Werk „*The Maker Movement Manifesto*“. Hatch begleitet die Maker-Bewegung seit Jahren und hat auf Grund seiner Erfahrungen neun Prinzipien analysiert, die diese Bewegung charakterisieren sollen (Hatch, 2013). Folgende Punkte sind seiner Meinung nach für die Bewegung charakteristisch:

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| 1. Make | 6. Play |
| 2. Share | 7. Participate |
| 3. Give | 8. Support |
| 4. Learn | 9. Change |
| 5. Tool Up | |

Im Folgenden wird auf diese, von Hatch (2013) definierten neun grundlegenden Charakteristika des Maker Movements genauer eingegangen. Auf Grund geringer Literaturquellen, basieren die Mehrzahl der Ausführungen auf dem Werk von Hatch (2013).

2.1 Make

Making is fundamental to what it means to be human. We must make, create and express ourselves to feel whole. There is something unique about making physical things. These things are like little pieces of us and seem to embody portions of our souls. (Hatch 2013, S. 11)

Machen, Herstellen, Fertigen, Erzeugen (Hatch, 2013) sind fundamentale Tätigkeiten, die uns als Menschen auszeichnen und von Tieren abgrenzen. Auf wohl nicht ganz ernst gemeinte, aber vermutlich typisch amerikanische Weise erlaubt sich Hatch (2013) den Hinweis, dass auch Gott ein Maker sei, da dieser der alttestamentlichen Erzählung entsprechend, die Welt und den Menschen geschaffen und kreiert hätte. Das bezeichnende Motto "*If it can be imagined it can be made*"¹² wird häufig in der Verbindung mit dem Prozess des Makings genannt und bringt einen zentralen Leitgedanken zum Ausdruck. Besonders durch die Nutzung digitaler Werkzeuge entsteht eine völlig neue Form der Umsetzung von der Idee zum Produkt (Kraft, 2014).

Folglich stellt Making einen kreativen Prozess dar. Bekannte Vordenker aus der Philosophie wie Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Carl Jung oder auch Abraham Maslow kamen in ihren großen Schriften zu der Überzeugung, dass Kreativität nicht nur einen elementaren Bestandteil des Menschseins darstellt, sondern dass es auch die Kreativität ist, die das Menschsein von anderen Lebensformen unterscheidet und diese aus diesem Grund einer ständigen Förderung bedürfen (Hatch, 2013; Lenk, 2006).

¹² Vgl. <http://thehustle.co/the-diy-maker-movement-survives-by-doing-the-opposite-of-whats-smart> [abgerufen am 10.05.2016].

2.2 Share

Sharing what you have made and what you know about making with others is the method by which a maker's feeling of wholeness is achieved. You cannot make and not share. (Hatch 2013, S. 14)

In Anlehnung an den im Share-Prinzip gefassten Gedanken ‚*You cannot make and not share*‘ stellt Hatch (2013) die etwas scherzhaft gemeinte, aber doch provozierende Frage: „Wenn du etwas erschaffst und es nicht teilst, wurde es dann überhaupt erschaffen?“ (Hatch 2013, S. 15, eig. Übersetzung). Allerdings wird mit dieser Frage einer der zentralen Grundgedanken der Maker-Bewegung herausgestellt – jener des Open-Source-Prinzips. Dem Share-Prinzip entsprechend werden im idealen Fall alle relevanten Details eines Making-Projekts im Internet veröffentlicht und dokumentiert (Kraft, 2014).

„Aus diesem Grundsatz ergeben sich Synergien, die Konstruktionen optimieren, komplexe Projekte umsetzbar machen, Entwicklung beschleunigen und Innovationen begünstigen“ (Burkhardt, 2014; zitiert von Kraft, 2014).

Hatch (2013) beschreibt in seinem Buch ein, seiner Meinung nach universell nutzbares Vorgehen, um in einen ‚Face-to-face‘ Erfahrungsaustausch möglichst schnell einsteigen zu können. Die Frage „*Was machst du?*“ (Hatch 2013, S. 15; eig. Übersetzung) wird in der Regel als positive Ermutigung angesehen, über das eigene Produkt zu sprechen, lässt Menschen meist aufblühen und sie gerne und viel über ihr Produkt erzählen (Hatch, 2013). Vielfach begünstigt dieser Erfahrungsaustausch die Entwicklung eines Projekts.

2.3 Give

There are few things more selfless and satisfying than giving away something you have made. The act of making puts a small piece of you in the object. Giving that to someone else is like giving someone a small piece of yourself. Such things are often the most cherished items we possess. (Hatch, 2013, S. 18)

Eng mit dem Share-Prinzip einhergehend, gestaltet sich das Prinzip des Gebens oder Schenkens auf einem zentralen Grundgedanken unseres gesellschaftlichen Zusammenlebens: „Geben fühlt sich einfach gut an“ (Hatch, 2013, S. 18, eig. Übersetzung).

Er verknüpft diesen Grundgedanken mit menschlichen Erfahrungen, die jeder nachvollziehen kann, wie selbst gestaltete Geschenke, die Kinder ihren Eltern zu unterschiedlichen Anlässen machen, und es dann meist genau die Gegenstände sind, von denen sich Eltern am schwersten trennen können.

Ein zweiter Aspekt des Give-Prinzips, der mit der Open-Source-Grundidee einhergeht, ist die kostenlose Beisteuerung von Zeit, Ideenreichtum, Kreativität oder auch oftmals auch Leidenschaft, die Maker fremden Projekten beisteuern, um deren Entwicklung zu begünstigen (Hatch, 2013).

2.4 Learn

You must learn to make. You must always seek to learn more about your making. You may become a journeyman or master craftsman, but you will still learn, want to learn and push yourself to learn new techniques, materials and processes. Building a lifelong learning path ensures a rich and rewarding making life and, importantly, enables one to share. (Hatch 2013, S. 19)

Die Fähigkeit zu lernen ist für den Menschen eine überlebensnotwendige Maßnahme, um sich an die Gegebenheiten der Umwelt anpassen zu können. In der Brockhaus-Enzyklopädie wird Lernen nüchtern als eine „Veränderung der Reiz-Reaktions-Verbindungen“¹³ angesehen – eine Auffassung, die aus der traditionellen Verhaltenswissenschaft stammt. Aus moderner kognitiver Sicht wird Lernen als ein Prozess der Informationsverarbeitung beschrieben. Lernen ist ein hochkomplexes Thema, welches in einem breiten Feld unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen behandelt und erforscht wird und infolgedessen scheint es keine allgemeine Definition zu geben, die weit genug greift.

Der Begriff ‚Lernen‘ wird wie der Begriff ‚Leisten‘ derselben Wortgruppe zugeteilt. Das Wort ‚leisten‘ allerdings stammt aus dem Gotischen und bedeutet „nachspüren“ beziehungsweise „einer Spur nachgehen“. Dies beschreibt die Form des Lernens, die einen essentiellen Teil der Maker-Bewegung ausmacht: Lernen durch Neugierde - Lernen durch das Lernkonzept „Versuch und Irrtum – trial and error.“

Hatch (2013) kritisiert in diesem Zusammenhang die Vorgehensweise des Lernens in

¹³ Vgl. <https://univpn.uni-graz.at/+CSCO+1h75676763663A2F2F787368742D686F2E6F65627078756E68662E7172++/brockhaus/lernen> [abgerufen am 25.04.2016].

der Schule, besonders im Zusammenhang mit Unterricht im Labor. Seiner Erfahrung nach scheint es üblich zu sein, zuerst die Theorie zu behandeln, bereits im Vorfeld zu diskutieren, welche Ergebnisse zu erwarten sind und welcher Lösungsweg wohl der richtige wäre, um danach gemeinsam im Labor die in der Theorie behandelten Ansätze zu überprüfen.

In der Making-Bewegung ist es genau umgekehrt. Making ist nicht nur ergebnisorientiert. Die für den Maker viel wichtigere Frage ist: „*Wie wird es gemacht?*“ (Hatch 2013, S. 21; eig. Übersetzung). Einer der Hauptbestandteile der Making-Bewegung ist das Erlernen unterschiedlichster Fertigkeiten, um damit im Anschluss eigene Dinge zu schaffen. Kraft (2014) führt in einer ähnlichen Formulierung dieses Prinzips den allgemein bekannten Leitsatz: „Der Weg ist das Ziel“ an, und meint damit, dass durch den Prozess der Gestaltung unter anderem auch neue Fähigkeiten erlernt werden, und das durch Fehler, diese Fähigkeiten entwickelt werden.

2.5 Tool up

You must have access to the right tools for the project at hand. Invest in and develop local access to the tools you need to do the making you want to do. The tools of making have never been cheaper, easier to use or more powerful. (Hatch, 2013, S. 23)

Die Entwicklung einer Makerszene innerhalb einer Stadt hängt von dem Angebot an Making-Werkstätten ab, in denen sich die Maker bevorzugt treffen können, um Werkzeug nutzen zu können, das für den einzelnen in der Anschaffung oftmals eine Herausforderung darstellt (auch bei stetig sinkenden Preisen)(Hatch, 2013). Mit der Entwicklung der Maker-Bewegung einhergehend, haben sich auch unterschiedliche Formen der Making-Werkstätten entwickelt, die unter den Bezeichnungen *Hackerspace*, *Makerspace*, *FabLab* und *Techshop* bekannt sind.

Gui Cavalcanti (2013), Gründer des Bostoner Makerspace Artisan's Asylum¹⁴ führt in seinem Artikel *Is it a Hackerspace, Makerspace, TechShop, or FabLab?* aus, was unter der jeweiligen Bezeichnung zu verstehen ist.

¹⁴ <http://artisansasylum.com/> [abgerufen am 10.05.2016].

In Hackerspaces steht die Veränderung und Modifikation von Produkten im Vordergrund, die dem eigentlichen Zweck entzogen, und einem neuen zugeführt werden soll. Üblicherweise sind Hackerspaces in der Form von Vereinen organisiert (Cavalcanti, 2013).

In der Umsetzung von Makerspaces wird üblicherweise das Ziel verfolgt, (technische) Voraussetzungen für möglichst viel verschiedenen Handwerkstechniken zu bieten. Auch diese Form der Maker-Werkstatt ist üblicherweise vereinsmäßig organisiert (Cavalcanti, 2013; Kraft, 2014).

FabLabs müssen kostenlos oder gegen geringe Gebühren öffentlich nutzbar sein. Sie unterliegen einem Regelwerk¹⁵, das eine bestimmte Mindestausstattung (Lasercutter, CNC-Fräse, Schneideplotter, Präzessions-Fräse, Werkzeug zur kostengünstigen Programmierung von Mikroprozessoren) jeder Einrichtung fordert (Cavalcanti, 2013).

TechShops sind Einrichtungen die von dem Unternehmen Techshop geführt werden, und für ihre hochwertige und umfangreiche Ausstattung bekannt sind. Für die Nutzung der Geräte bedarf es allerdings einer kostenpflichtigen Mitgliedschaft. CEO von TechShop ist Mark Hatch (2013), Autor des Maker Movement Manifesto, das die Grundlage für dieses Kapitel hier bildet. Dem entsprechend scheint Hatch auch über viel Erfahrung und sehr genaue Vorstellungen zu verfügen, welche Ausstattung eine Maker-Werkstatt mindestens aufweisen muss, und führt aus diesem Grund in seinem Buch auch eine entsprechend detailreiche Liste an.

2.6 Play

Be playful with what you are making, and you will be surprised, excited and proud of what you discover (Hatch, 2013, S. 27)

Die zentrale Beobachtung, auf der dieses Prinzip aufbaut, ist jene, dass in Umgebungen, in denen am produktivsten gearbeitet wird und in denen oftmals auch die innovativsten Ideen entstehen, auch sehr viel gelacht wird (Hatch, 2013). Im Rahmen humorvoller Unterhaltungen sind auch verrückte und abwegige Ideen zulässig, die oftmals neue Innovationen anstoßen. In diesem Zusammenhang sei, auf den im Make-Prinzip dargelegten Leitsatz „If it can be imagined it can be made“

¹⁵ Vgl. FAQ FabLab-Foundation. <http://fab.cba.mit.edu/about/faq/> [abgerufen am 10.05.2016].

verwiesen, der die Wechselwirkung dieser beiden Prinzipien veranschaulicht.

Papert (2006) beschreibt in seinen acht ‚big ideas‘, die das „Constructionism Learning Lab“ charakterisieren, unter dem Leitwort ‚hard fun‘ ein sehr ähnliches Prinzip, bei dem der Spaß an der Sache mitunter erfolgsbestimmend sei. Auf dieses Prinzip wird in Kapitel 4.3 näher eingegangen.

2.7 Participate

Join the Maker Movement and reach out to those around you who are discovering the joy of making. Hold seminars, parties, events, maker days, fairs, expose, classes and dinners with and for the other makers in your community (Hatch, 2013, S. 28).

Es scheint sich aus den bereits vorgestellten Prinzipien zu ergeben, dass die Maker-Bewegung nur im Austausch untereinander gut funktionieren kann. Durch den Austausch von Ideen und Erfahrungen wird die Entwicklung von Ideen begünstigt (Kraft, 2014).

Hatch (2013, S. 28) definiert folgende Möglichkeiten der Partizipation:

- Direkter physischer oder digitaler Kontakt
- Besuch von (Maker) Veranstaltungen wie der Maker Faire (Kapitel 1)
- Mitgliedschaft in Vereinen und Clubs

2.8 Support

This is a movement and it requires emotional, intellectual, financial, political and institutional support. The best hope for improving the world is us, and we are responsible for making a better future (Hatch, 2013, S. 29).

Auf Grund der Etablierung von Makerspaces und der sich daraus entwickelnden Maker-Bewegung wurden zahlreiche Erfolge in Form von technischen Innovationen ermöglicht (Hatch, 2013). Folglich fordert Hatch (2013) die Öffnung der staatlich geführten Labore. Da diese von der Allgemeinheit bezahlt werden, sollten sie dieser auch zugänglich gemacht werden, um mehr Menschen die Möglichkeit für Wissen, kreative Gedanken und verschiedenste Innovationen zu bieten (Hatch, 2013).

2.9 Change

Embrace the change that will naturally occur as you go through your maker journey. Since making is fundamental to what it means to be human, you will become a more complete version of you as you make (Hatch, 2013, S. 31).

Making ermöglicht Veränderung für den Einzelnen durch den in den Gestaltungs- und Entwicklungsprozessen erlangten Erfahrungsschatz, durch den lokalen und globalen Austausch oder auch durch soziale und ökologische Einflüsse (vgl. Hatch, 2013; Schön et. al, 2016). Die Making-Bewegung ermöglicht aber auch Veränderung für die Gesellschaft und für die Industrie, die in Kapitel 1 ausgeführt ist (Anderson, 2012).

3 Raspberry Pi

Im folgenden Kapitel wird der Raspberry Pi - ein Einplatinencomputer, dessen Größe den Abmessungen einer Kreditkarte entspricht - hinsichtlich seiner Entstehung, seiner Modellvielfalt und der Eignung als alternativer Rechner im Schulunterricht näher beleuchtet.

3.1 Die Entstehung des Raspberry Pi

Die Entwicklung des Raspberry Pi war das Ergebnis zweier Beobachtungen, die Eben Upton, der Schöpfer des Einplatinencomputers und seine Kollegen Rob Mullins, Jack Lang und Alan Mycroft an der Cambridge University gemacht hatten (Byfield, 2013):

1. Die Anzahl der Studenten und Studentinnen, die sich für das Informatikstudium an der Cambridge University einschrieben, nahm von Jahr zu Jahr kontinuierlich ab.
2. Die Kenntnisse und Kompetenzen im Bereich der Programmierung hatten seit den 1980er Jahren stark abgenommen.

Unter den zahlreichen Ursachen für diese Entwicklung stellten Upton und sein Team eine besonders heraus, der sie ihrer Meinung nach entgegenwirken konnten: So ist die Entwicklung der Heimcomputer von günstigen, frei programmierbaren Rechnern zu teuren, geschlossenen Systemen für den Rückgang der Studienanfängerinnen und Studienanfänger verantwortlich. In der Erklärung auf dem offiziellen Online-Portal¹⁶ der Raspberry Pi Foundation wird unter anderem erklärt, dass auf Grund der Verteuerung der Geräte viele Eltern ihren Kindern Experimente und Programmierungen auf diesen verboten hätten und so die Mehrzahl der Jugendlichen erst gar nicht die Gelegenheit dazu bekam, Interesse und Programmierkompetenzen aufzubauen. „Man muss 10.000 Stunden aufwenden [um ein guter Programmierer zu werden], und das ist weit einfacher, wenn man mit 18 damit beginnt.“¹⁷

¹⁶ Vgl. <https://www.raspberrypi.org/about/> [abgerufen am 29.04.16].

¹⁷ Vgl. Kling, Bernd: Die Geschichte des Raspberry Pi. 05.03.2013. <http://www.zdnet.de/88142428/die-geschichte-des-raspberrypi/> [abgerufen am 29.04.2016].

Sein persönlicher Werdegang und der damit verbundene Erfahrungsschatz – er begann mit zehn Jahren auf einem Acorn BBC-Heimcomputer, später auf einem Commodore C-64 und einem Amiga-Computer (Byfield, 2013) zu programmieren – veranlassten ihn schlussendlich zu der Einsicht, dass die Entwicklung eines billigen, frei programmierbaren Computers mit offener Hardware¹⁸ ein guter Beitrag für die Steigerung der Attraktivität von Programmier- und Computer-Aktivitäten sei.

Die britische Entwicklung der Lehrpläne von anspruchsvollen Themengebieten der Informatik, die die Vermittlung von Programmierkenntnissen beinhalteten, hin zu weniger anspruchsvollen Themengebieten wie der Vermittlung von Kenntnissen im Umgang mit Textverarbeitungssoftware, Tabellenkalkulation und Webdesign^{19,20} verschuldet den niedrigen Wissensstand der Studienanfängerinnen und Studienanfänger mit. Zahlreiche Initiativen²¹ der Raspberry Pi Foundation im Bildungswesen sollen dieser Entwicklung entgegenwirken.

3.2 Name und Logo

Der Name Raspberry Pi gleicht phonetisch dem englischen Wort *Raspberry Pie* für Himbeerkuchen. Auf Grund der etablierten Tradition, Computern Namen von Früchten²² zu geben, wie dies die Beispiele Apple (Apfel) oder Acorn (Eichel) zeigen, entschied man sich für die englische Bezeichnung der Himbeere. Pi ist die Abkürzung für *Python Interpreter* und stammt noch aus der Planungsphase der Platine²³, als man von der Idee überzeugt war, dass es auf dem Raspberry Pi nur möglich sein sollte Python Code zu kompilieren und auszuführen.

¹⁸Vgl. <https://www.raspberrypi.org/about/> [abgerufen am 29.04.16].

¹⁹Vgl. Kling, Bernd: Die Geschichte des Raspberry Pi. 05.03.2013. <http://www.zdnet.de/88142428/die-geschichte-des-raspberrypi/> [abgerufen am 29.04.2016].

²⁰ Vgl. <https://www.raspberrypi.org/about/> [abgerufen am 29.04.2016].

²¹ Vgl. <https://www.raspberrypi.org/picademy/> [abgerufen am 29.04.2016].

²²Vgl. Zühlke, Karin: Farnell zeigt den Raspberry Pi Nachwuchs. 18.02.2013. <http://www.elektroniknet.de/distribution/design-in/artikel/95026/> [abgerufen am 29.04.2016].

²³Ebenda.

Um für die Wahl des Logo sein entsprechend umfangreiches Angebot an Möglichkeiten zu haben, verließ man sich deshalb auf die Ausschreibung²⁴ eines Wettbewerbs. Das Logo musste dabei folgende Kriterien²⁵ erfüllen:

- hoher Wiedererkennungswert
- Logo muss sowohl für den Druck auf die Platine als auch auf einem Plakat nutzbar und für die Kundin oder den Kunden klar erkennbar sein
- Sowohl in Farbe als auch in Schwarz-Weiß verwendbar sein.

Nach tagelangen Beratungen²⁶ entschied man sich schlussendlich für das inzwischen bekannte Logo, das in Abbildung 1²⁷ zu sehen ist.

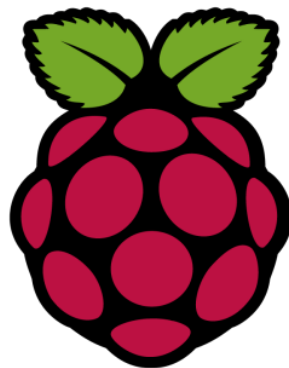


Abbildung 1: Logo Raspberry Pi

3.3 Die Entwicklung des Raspberry Pi

Bei der Gründung der Wohltätigkeitsorganisation *Raspberry Pi Foundation* 2011 war das erklärte Ziel die Förderung der Informatik und verwandter Themen, um diese für Jugendliche wieder attraktiver zu machen²⁸. Zusätzlich sollte somit auch die Anzahl der Studienanfängerinnen und Studienanfänger für das Studium der Informatik erhöht werden, um dem sich abzeichnenden Personalmangel in wirtschaftlichen Bereichen,

²⁴Vgl. Upton, Liz: Logo Competition – We have a winner! 07.10.2011. <https://www.raspberrypi.org/blog/logo-competition-we-have-a-winner/> [abgerufen am 29.04.2016].

²⁵Ebenda.

²⁶Ebenda.

²⁷ Quelle Abbildung 1: <https://www.raspberrypi.org/blog/logo-competition-we-have-a-winner/> [abgerufen am 29.04.2016].

²⁸ Vgl. Charity Commission for England and Wales, 6. Juni 2011. <http://apps.charitycommission.gov.uk/Showcharity/RegisterOfCharities/CharityWithPartB.aspx?RegisteredCharityNumber=1129409&SubsidiaryNumber=0> [abgerufen am 29.04.2016].

die von Informatikkenntnissen abhängig waren, wie zum Beispiel in der Prozessorgestaltung entgegenzuwirken²⁹. Eben Upton, einer der Gründungsmitglieder der Foundation hatte bereits 2006 erste Prototypen des Raspberry Pi, die auf einen *Atmel ATmega644 Microcontroller*³⁰ aufbauten, entwickelt. Mehr als fünf Jahre Entwicklung waren nötig, bis im August 2011 die ersten 50 Alpha Boards, die die gleiche Funktion aufwiesen wie die geplante Modell B-Reihe, industriell gefertigt und für den Verkauf angeboten werden konnten³¹.

Die Alpha Boards, die bereits die später charakteristische Größe des „Scheckkartenformats“³² aufwiesen, stellten eine Linux Debian- oder eine Quake-Umgebung bereit und lieferten für die damalige Entwicklung eine bereits aufsehenerregende Video-Auflösung von 1920 x 1080 Pixel, die besser unter der Bezeichnung „*High Definition*“³³ bekannt ist. 2012 wurde das erste für die Schulumgebung interessante Modell der Modell-Reihe für den Verkauf angeboten³⁴. Bis April 2016 wurden durch einen sehr regen Produktzyklus sieben weitere Entwicklungen des Raspberry Pis auf den Markt gebracht und insgesamt mehr als sieben Millionen Mal verkauft^{35,36}.

Das ursprüngliche Ziel der Raspberry Pi Foundation, Informatik und Computertechnik für Kinder und Jugendliche attraktiver zu machen, konnte trotz zahlreicher Innovationen und Bemühungen im Bildungsbereich nur bedingt erreicht werden, da die Mehrzahl der Geräte von technikaffinen Erwachsenen gekauft und benutzt werden^{37,38}. Nichtsdestotrotz unternimmt die Foundation zahlreiche Bemühungen über das Bildungswesen ihre ursprünglichen Adressaten zu erreichen, wie zum Beispiel

²⁹ Vgl. Möcke, Frank: Fachkräftemangel in der IT. 23.07.2007.

<http://apps.charitycommission.gov.uk/Showcharity/RegisterOfCharities/CharityWithPartB.aspx?RegisteredCharityNumber=1129409&SubsidiaryNumber=0> [abgerufen am 29.04.2016].

³⁰ Vgl. Upton, Eben: Raspberry Pi – 2006 edition, 23.10.2011, <https://www.raspberrypi.org/blog/raspberrypi-2006-edition/> [abgerufen am 29.04.2016].

³¹ Vgl. Upton, Liz: The alpha boards are here! 12.08.2011, <https://www.raspberrypi.org/blog/the-alpha-boards-are-here/> [abgerufen am 29.04.2016].

³² Ebenda.

³³ Vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/High_Definition_Television [abgerufen am 29.04.2016].

³⁴ Vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi [abgerufen am 29.04.2016].

³⁵ Vgl. https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi [abgerufen am 20.04.2016].

³⁶ Vgl. <https://www.raspberrypi.org/about/> [abgerufen am 20.04.2016].

³⁷ Vgl. <http://www.raspberrypi-geek.de/Magazin/2013/05/Eben-Upton-und-die-Raspberry-Pi-Foundation> [abgerufen am 20.04.2016]

³⁸ Vgl. <https://www.raspberrypi.org/blog/senior-pi/> [abgerufen am 10.05.2016].

massenhaft ansprechend gestaltete Tutorials, die sowohl den Kindern und Jugendlichen als auch Lehrkräften den Einstieg mit dem Pi auf vielfältige Weise erleichtern sollen. Veranstaltungen für Lehrerinnen und Lehrer in der Form Picademics³⁹, die in zahlreichen Städten weltweit in der Kooperation mit Google⁴⁰ Workshops anbieten, sollen den Einzug der Platine in die Schulen ermöglichen.

3.4 Evolution der Raspberry-Pi-Model B Serie

Im folgenden Kapitel wird auf die technischen Daten der einzelnen, für den Schulunterricht geeigneten, Raspberry-Pi-Modelle näher eingegangen. Darüber hinaus werden Vorteile und Nachteile in der jeweiligen Einsetzbarkeit, der Anschaffung und der Bedienbarkeit diskutiert.

3.4.1 Raspberry Pi 1 Model B

Seit April 2012 wird das Model B verkauft und stellt - besonders auf Grund des niedrigen Preises-ein für den Schulkontext gut einsetzbares Produkt dar.

Kategorie	Raspberry Pi 1 Model B
CPU	700 MHz
RAM	256 Mb (von der GPU mitgenutzt) *seit 15.10.2012 auch in der Version mit 512Mb erhältlich
Speicher	(Full) SD- Karte
Ethernet(10/100) / On-Board Wifi	ja / nein
Anzahl USB 2.0 Schnittstellen	2
Anzahl GPIO Pins	17
weitere Ausstattung	Video Out, Audio Out getrennt
Preis / Quelle	32,17 € / reichelt.at ⁴¹

Tabelle 1: techn. Daten d. RPi M. B - Quelle: https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_pi [abgerufen am 16.04.2016].

³⁹ Vgl. Philbin, Carrie Anne: Picademy – UK teachers, apply to take part! 08.05.2014, <https://www.raspberrypi.org/blog/picademy-uk-teachers-apply-to-take-part/> [abgerufen am 29.04.2016].

⁴⁰ Vgl. Philbin, Carrie Anne: Launching Picademy@Google Leeds, 14.04.2015, <https://www.raspberrypi.org/blog/picademyatgoogle-leeds/> [abgerufen am 29.04.2016].

⁴¹<http://www.reichelt.at/Einplatinen-Computer/RASPBERRY-PI-B/3/index.html?&ACTION=3&LA=2&ARTICLE=133474&GROUPIP=6666&artnr=RASPBERRY+PI+B> [abgerufen am 20.04.2016]

Der Raspberry Pi 1 Model B ist auf Grund des oftmals knappen Budgets, das in vielen Fällen den, für den Einkauf beauftragten Personen der Schulinformatik zur Verfügung steht, für Anschaffungen in größerer Zahl interessant. Anwendungen, die grafisch nicht aufwändig sind und deshalb auch nur mäßig CPU-Leistung brauchen, können auf dieser Platine ohne größere Probleme ausgeführt werden. Leider verfügt das Model B nur über zwei USB -Schnittstellen, die zudem als gemeinsamer HUB verbaut sind.

Dieser Umstand wirkt sich doppelt nachteilig aus. Zum einen können alle Peripheriegeräte, die in der angewandten Schulinformatik zumindest eine Tastatur und ein Maus-Eingabegerät darstellen, nur über die USB Schnittstelle mit der Platine verbunden werden. Das heißt, dass zum Beispiel für die Verwendung eines USB-Sticks kein weiterer USB-Port zur Verfügung steht. Schnabel (2007) weist zusätzlich darauf hin, dass zum anderen - auf Grund der sparsamen Stromversorgung des Raspberry Pi für externe Geräte - meist kaum elektrische Energie zur Verfügung steht, um externe Komponenten wie ein USB-Massenspeichermedium, welche mehr als 600mA benötigen, zu versorgen. Auch die im Vergleich zu späteren Modellen der Raspberry-Pi-Kollektion geringe Anzahl der GPIO-Pins kann für Hardware Projekte, die sich langsam im Unterricht entwickeln und deshalb nur in Schritten geplant und durchgedacht werden, schnell knapp und hinderlich werden.

3.4.2 Raspberry Pi 1 Model B+

Das B+ Modell ist seit Juli 2014 im Handel erhältlich. Viele Kritikpunkte der Community, in der sich auch viele Maker⁴² finden, wurden beim letzten Modell des Raspberry 1 Reihe berücksichtigt und umgesetzt.

⁴²Vgl. Nuttall, European Maker Week.19.04.2016. <https://www.raspberrypi.org/blog/european-maker-week/> [abgerufen am 29.04.2016].

Kategorie	Raspberry Pi 1 Model B+
CPU	700 MHz
RAM	512 Mb (von der GPU mitgenutzt)
Speicher	Micro –SD- Karte
Ethernet(10/100) / On-Board Wifi	ja / nein
Anzahl USB 2.0 Schnittstellen	4
Anzahl GPIO Pins	26
weitere Ausstattung	1 vierpoliger Klinke-Eingang, der sowohl ein Audio als auch ein Video Signal führt
Preis / Quelle	36,99 € / conrad.at ⁴³

Tabelle2: tech. Daten d. RPi1 M. B+ - Quelle: <https://www.raspberrypi.org/products/model-b-plus/> [abgerufen am 16.04.2016].

Dieses Modell verfügt über 4 USB- Ports, die den Einsatz im Schulunterricht deutlich vereinfachen. Wie bereits im Kapitel 3.4.1 beschrieben, werden in der Regel mehr als zwei Peripheriegeräte im alltäglichen Schulunterricht gebraucht und damit ist der externe Einsatz eines USB-Hubs überflüssig. Die Erweiterung der GPIO Pins ermöglicht den Schülern und Schülerinnen mehr Handlungsfreiraum und stellt einen klaren Vorteil gegenüber der Vorgängerversion dar.

Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass der vier-polige Klink-Eingang, der über denselben Eingang externe Geräte entweder mit einem Audio-Signal oder mit einem Video-Signal bedienen kann, bei der Verwendung handelsüblicher Kopfhörer ein viel stärkeres Rauschen verursacht, als dies bei dem vorhergehenden Modell der Fall war⁴⁴. Außerdem gestaltet sich auch der Einsatz von Micro-SD-Karten den Prozess des Imageklonens, mit dem Lehrpersonen der Schulinformatik oftmals konfrontiert sind, beschwerlicher, da in der Regel ein zusätzlich Adapter Verwendung finden muss.

⁴³<https://www.conrad.at/de/raspberry-pi-model-b-512-mb-ohne-betriebssystem-1227449.html> [abgerufen am 20.04.2016]

⁴⁴ Vgl. <https://www.elektronik-kompodium.de/sites/raspberry-pi/1907291.htm> [abgerufen am 25.04.2016].

3.4.3 Raspberry Pi 2 Model B

Im Februar 2015 wurde die zweite Generation der Raspberry-Pi-Familie vorgestellt. Ein vielfach stärkerer Prozessor und größerer RAM kennzeichnen dieses Modell.

Kategorie	Raspberry Pi 2 Model B
CPU	4x 900 MHz (ARM Cortex-A7 Quad-Core-Prozessor)
RAM	1 GB (von der GPU mitgenutzt)
Speicher	Micro -SD -Karte
Ethernet(10/100) / On-Board Wifi	ja / nein
Anzahl USB 2.0 Schnittstellen	4
Anzahl GPIO Pins	26
Preis / Quelle	42,99 € / conrad.at ⁴⁵

Tabella 3 tech. Daten d. RPi2 M. B - Quelle: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/> [abgerufen am 16.04.2016].

Durch die Verarbeitung eines Quad-Core-Prozessors gemeinsam mit der Erweiterung des Arbeitsspeichers ist die zweite Generation des scheckkartengroßen Computers je nach Anwendung um bis zu sechsmal leistungsfähiger als das vorhergehende Modell. Dies ist bei grafisch aufwändigen Programmen, die meist zum Einstieg in die Materie genutzt werden, sehr vorteilhaft. Viele Anwendungen erscheinen für den Benutzer und Benutzerinnen „flüssiger“ zu funktionieren, rechenaufwändige Aufgaben wie Bild- und Videoanwendungen sind erst ab dieser Generation realistisch möglich.

Auch das Thema der *Gamification*, also „die Verwendung von Spielelementen verschiedenster Art in einem nicht-spielebasierten Kontext“ (Deterding et al., 2011, zitiert von Le, Weber, Ebner, 2013) ist mit diesem Modell gut umsetzbar. Das Layout der Platine sowie die verwendeten Schnittstellen unterscheiden sich nicht vom Pi 1 Model B+. Mit der gesteigerten Leistung geht jedoch ein erhöhter Energieverbrauch einher, der die ausschließliche Verwendung hochwertiger Micro-USB-Kabel nach sich zieht. Genauere Informationen zu den zugehörigen Komponenten, die einen reibungslosen Einsatz des Computers gewährleisten, finden sich in Kapitel 3.5.

⁴⁵<https://www.conrad.at/de/raspberry-pi-2-model-b-1-gb-ohne-betriebssystem-1316978.html> [abgerufen am 20.04.2016]

3.4.4 Raspberry Pi 3 Model B

Die Raspberry Pi Foundation scheint einen jährlichen Produktzyklus zu verfolgen und so wurde im Februar 2016 der Raspberry Pi der dritten Generation vorgestellt. Der Verbau eines internen Wifi- und Bluetooth-Moduls, sowie eine weitere Steigerung der Leistung charakterisieren diese Generation.

Kategorie	Raspberry Pi 3 Model B
CPU	4x 1.2 GHz (ARM Cortex A53 64-Bit Prozessor)
RAM	1 GB (von der GPU mitgenutzt)
Speicher	Micro- SD- Karte
Ethernet(10/100) / On-Board Wifi	ja / ja
Anzahl USB 2.0 Schnittstellen	4
Anzahl GPIO Pins	26
Preis / Quelle	47,00 € / conrad.at ⁴⁶

Tabelle4: techn. Daten v. RPi3 M. B - Quelle:<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/> [abgerufen am 16.04.2016].

Durch die weitere Steigerung der Leistung des Prozessors gegenüber der zweiten Generation und der damit einhergehenden Umsetzung einer 64bit-Technologie eignet sich der Mini-Computer besonders für rechenintensive Anwendungen, die sich im Schulunterricht allerdings nur bedingt bemerkbar machen. Die zusätzliche Ausstattung der Platine mit einem Wifi, beziehungsweise einem Bluetooth-Modul eignet sich besonders für Anwendungen, in denen der Pi über ein Netzwerk angesprochen wird, da dadurch entsprechendes Zubehör gespart werden kann. Das Layout hat sich gegenüber der zweiten Generation und dem Raspberry Pi 1 Modul B+ nicht geändert.

3.4.5 Raspberry Pi Zero

Eines der großen erklärten Ziele der Raspberry Pi Foundation ist die Entwicklung von möglichst kostengünstigen Computern⁴⁷, damit sich Kinder und Jugendliche auf der einen Seite ihren eigenen Computer anschaffen können, auf dem nur sie allein

⁴⁶<https://www.conrad.at/de/raspberry-pi-3-model-b-1-gb-ohne-betriebssystem-1419716.html> [abgerufen am 20.04.2016]

⁴⁷ Vgl. Upton, Raspberry Pi Zero: the \$5 computer. 26.11.2015. <https://www.raspberrypi.org/blog/raspberry-pi-zero/> [abgerufen am 29.04.2016].

Anwender und Anwenderinnen sind und auf der anderen Seite, damit schwere Fehler, die Auswirkungen auf die Hardware haben, keine großen finanziellen Schäden anrichten. Mit einem durchschnittlichen Preis von 30 bis 40 Dollar pro Computer kann man davon ausgehen, dass das Ziel, einen besonders leistbaren Computer herzustellen, bereits erreicht war. Für die Gründer und Entwickler der Foundation war dies allerdings noch nicht genug und so wurde im November 2015 der Raspberry Pi Zero vorgestellt. Er stellt mit einer Größe von 65mm x30mm x5mm ⁴⁸ das kleinste Modell der Raspberry Pi Serie dar und mit seinem Preis von fünf Dollar⁴⁹ auch das billigste Modell.

Kategorie	Raspberry Pi Zero
CPU	1x 1 GHz (ARM 11 core)
RAM	512 Mb (von der GPU mitgenutzt)
Speicher	Micro --SD -Karte
Ethernet(10/100) / On-Board Wifi	nein / nein
Anzahl USB 2.0 Schnittstellen	- / 1 Micro- USB- Schnittstelle für Datenverkehr
Anzahl GPIO Pins	40
Preis / Quelle	Zur Zeit in Österreich nicht erhältlich

Tabelle5: techn. Daten d. RPi Zero - Quelle: <https://www.raspberrypi.org/products/pi-zero/> [abgerufen am 17.04.2016].

Auf Grund der Größe ist das Layout und die damit verbundene Auswahl der Schnittstellen für den Schulunterricht wenig vorteilhaft ausgefallen. Der Verbau eines Mini-HDMI-Konnektors und einer Mirco-USB-Schnittstelle für den Datenverkehr gestalten den Einsatz im Schulunterricht eher umständlich, auch wenn ein entsprechendes Adapterset für ebenfalls fünf Dollar erhältlich ist. Dennoch würde sich dieser Pi in Projekten, in denen wenig Platz für den Verbau einer Platine ist und die vorrangige Ansteuerung über das Netzwerk vonstattengeht, bestens eignen. Auch die erstaunliche Rechenleistung, die 40% höher ist als beim Raspberry Pi Model B, erhöht den Nutzen für unterschiedliche Projekte ungemein. Leider ist auf Grund der weltweit großen Nachfrage das Raspberry Pi Zero Modell in Österreich oder Deutschland im Handel noch nicht erhältlich⁵⁰.

⁴⁸ Vgl. <https://www.raspberrypi.org/blog/raspberrypi-zero/> [abgerufen am 22.04.2016].

⁴⁹ Ebenda.

⁵⁰ Vgl. <http://swag.raspberrypi.org/products/the-magpi-issue-40> [abgerufen am 22.04.2016].

3.5 Zusätzliche Komponenten für den Betrieb

In diesem Abschnitt werden alle zusätzlichen Komponenten beleuchtet, die für den üblichen Gebrauch im Schulunterricht nötig oder nützlich sind. Selbstverständlich gibt es darüber hinaus sehr viel mehr Zubehör, da sich mittlerweile rund um den Pi ein regelrechter Markt etabliert hat.

3.5.1 Spannungsversorgung

Bei allen Raspberry-Pi-Modellen wurde der Weg mittels einer Micro-USB-Schnittstelle, die ausschließlich der Spannungsversorgung dient, gewählt. Diese Form, die sich im Sektor der Smartphone-Technologie durchgesetzt hat, ist deshalb auch für den Nutzer ein Vorteil, da das Ladekabel des Smartphones auch für den Betrieb des Raspberry Pi verwendet werden kann. Den USB-Port eines Notebooks oder eines Standrechners für den Betrieb der Platine zu benutzen, funktioniert für die Model B-Serie nicht, da diese, laut Bartmann (2013, S. 4) „maximal 500mA Strom liefern“. Mit der gesteigerten Leistung der Modelle steigt auch die benötigte Spannung, die deshalb hochwertige Kabel voraussetzen. Infolgedessen sollten hochwertige USB-Netzteile verwendet werden, deren direkt verbautes Kabel nur der Spannungsversorgung und nicht der Datenleitung dient und aus diesem Grund auch zuverlässiger die benötigte Spannung liefern als herkömmliche Geräte.

Außerdem sollten besonders in Fällen, in denen rechenintensive Anwendungen auf dem Pi ausgeführt werden, kurze Kabel verwendet werden, um den Spannungsabfall, der sich direkt proportional zur Länge des Kabels verhält, möglichst gering zu halten⁵¹. Da auch ein Raspberry Pi, dessen Spannungsversorgung nicht ideal ist, bootet, entstehen Probleme erst im laufenden Betrieb. Folgende Probleme können sich auf eine mangelhafte Spannungsversorgung zurückführen lassen:

⁵¹ Vgl. <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/raspberry-pi/2002021.htm> [abgerufen am 25.04.2016].

- dein Pi friert ein, sodass ein Neustart erforderlich ist
- angeschlossene USB-Geräte bekommen zu wenig Spannung und laufen instabil oder gar nicht
- dein Pi läuft instabil, reagiert hin und wieder langsam und träge auf Eingaben
- Turbo-Modus deaktiviert⁵²

Sinkt die versorgende Spannung des Pi unter 4,65 Volt wird der Anwender oder die Anwenderinnen auf dieses Problem mittels der Einblendung eines farbigen Quadrats in der rechten oberen Ecke darauf aufmerksam gemacht⁵³ und sollte versuchen, das Problem zu beheben.

3.5.2 Audio- und Videosignal

Wie bereits in Kapitel 3.4 beschrieben, stellen alle Modelle der Model B Serie zwei Möglichkeiten zur Verfügung, das Board mit einem visuellen Ausgabegerät zu verbinden. Für die Nutzung eines Fernsehers älterer Generation eignet sich die RCA-Video-Out-Buchse, die auf dem Raspberry Pi 1 Model B als eigene Buchse verbaut ist, bei allen weiteren Modellen als vierpolige Cinch-Buchse. Die übliche Ausstattung eines schulischen Informatiksaals besteht aus Monitoren, die je nach Alter und Bauart über eine HDMI-Schnittstelle, eine VGA-Schnittstelle oder eine DVI-Schnittstelle verfügen und so eine unkomplizierte Verbindung mittels geeigneter Kabel ermöglichen. Im schulischen Kontext wird deshalb in der Regel die HDMI-Schnittstelle des Boards benutzt (Bartmann 2013).

3.5.3 Netzwerkverbindung

Bis auf den Raspberry Pi Zero umfasst die Ausstattung aller Modelle eine RJ-45 Buchse, die eine Netzwerkverbindung mittels Patch-Kabel ermöglicht. Wird die Platine allerdings, zum Beispiel im schulischen Kontext, in einem Projekt verbaut, bei dem entweder Bewegungsfreiheit wichtig ist oder keine Kabelverbindung möglich ist, so kann alternativ eine Netzwerkverbindung mittels Wifi-Technologie erreicht werden.

⁵²<http://powerpi.de/buntes-quadrat-oben-rechts-in-der-ecke-was-es-bedeutet-und-was-man-dagegen-unternehmen-kann-raspberry-pi-tipp/> [abgerufen am 22.04.16].

⁵³ Vgl. Post des Entwicklerteams im offiziellen Forum der Raspberry Pi Foundation. <https://www.raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?t=82373> [abgerufen am 22.04.2016].

Das Board wird über eine USB–Schnittstelle mit der Zusatzkomponente eines WLAN-Dongles erweitert und bietet so die technische Grundlage für eine kabellose Netzwerkverbindung (Bartmann 2013).

3.5.4 Speicher

Da keines der Raspberry-Pi-Modelle über Festplattenspeicher verfügt, benötigt man für den Betrieb der Platine Flashspeicher in der Form einer SD-Karte oder ab dem Raspberry Pi 1 Model B+, eine Micro-SD-Karte, auf dem das Image eines mit dem Board kompatiblen Betriebssystems gespeichert ist. Die Entwickler empfehlen die Nutzung einer Karte, auf die das System mit einer Geschwindigkeit von mindestens 6Mb pro Sekunden (Class 6)⁵⁴ geschrieben werden kann. In der Literatur wird allerdings sehr oft zur Verwendung einer Class-10-Karte geraten. Um sichergehen zu können, dass eine SD-Karte, die für den Einsatz am Board vorgesehen ist, ohne Komplikationen funktioniert, wurden von der Raspberry-Pi-Community mehrfach Listen mit kompatiblen und getesteten Karten⁵⁵ veröffentlicht.

3.5.5 Weiteres Zubehör

USB-Eingabegeräte, wie eine Maus und eine Tastatur, bilden die Grundlage, um den Raspberry Pi im Schulunterricht nutzen zu können. Unterstützt werden alle gängigen Produkte, allerdings muss beachtet werden, dass auch diese Komponenten ihre Energieversorgung - auch wenn diese gering ist - über den USB- Port beziehen.

⁵⁴ Vgl. <https://www.raspberrypi.org/documentation/installation/sd-cards.md> [abgerufen am 22.04.2016].

⁵⁵ Vgl. http://elinux.org/RPi_SD_cards [abgerufen am 23.04.2016].

3.6 Operating System

Eine nicht offizielle, aber dennoch sehr aussagekräftige Liste, auf die auch McManus und Cook (2014) in ihrem Buch „Raspberry Pi für Dummies“ hinweisen, umfasst im April 2016 insgesamt 57 verschiedene Distributionen⁵⁶, die fast alle auf dem GNU/Linux Kernel aufbauen. Im April 2015 wurde die kostenlose Windows Distribution *Windows 10 IoT* vorgestellt, deren Abkürzung für den bezeichnenden Namen *Internet of Things* steht. Allerdings kommt diese Distribution in allen drei Versionen (Core, Pro, Enterprise LTBS) ohne grafische Oberfläche aus, richtet sich in erster Linie an Entwickler und Entwicklerinnen und eignet sich deshalb für den schulischen Einsatz nur bedingt. Die Mehrzahl der angebotenen Distributionen eignet sich für einen meist sehr spezifischen Einsatz. Für den Schulunterricht sollte deshalb die von der Raspberry Pi -Foundation offiziell angebotene Distribution Raspbian „Jessie“⁵⁷ verwendet werden, die einen vielseitigen Einsatz ermöglicht. Folgende Punkte sind ausschlaggebend für die erhöhte Nutzbarkeit dieses Systems⁵⁸:

- Grafische Oberfläche, die bereits nach dem Boot-Vorgang automatisch erscheint und nicht von der Kommandozeile aufgerufen werden muss.
- Im Schulkontext beliebte und gut nutzbare Software wie Scratch, Minecraft, Sonic Pi, Mathematica (Wolfram) oder NoteRED sind bereits im Umfang der Distribution enthalten und müssen nicht mehr installiert werden.
- Die kostenlose Open-Source-Software Libre Office, die ein vergleichbares Funktionsangebot zu dem in österreichischen Schulen weitverbreiteten Microsoft Office bietet ist im Umfang der Distribution bereits enthalten.
- Compiler und Standardbibliotheken der Programmiersprachen wie Python sind im Umfang der Distribution bereits enthalten.
- Die Menüführung, die an bereits bekannte grafische Betriebssysteme wie Windows oder Mac OS angelehnt ist, erleichtert den Einstieg in das System.
- Alle grundlegenden Einstellungen des Systems lassen sich ebenfalls über grafische Einstellungen vornehmen.

⁵⁶ Vgl. http://elinux.org/RPi_Distributions [abgerufen am 23.04.2016].

⁵⁷ Vgl. <https://www.raspberrypi.org/blog/another-new-raspbian-release/> [abgerufen am 23.04.2016].

⁵⁸ Vgl. <https://www.raspberrypi.org/blog/raspbian-jessie-is-here/> [abgerufen am 23.04.2016]

Die Distribution *PiNet*, die erst 2015 vom 18-jährigen Andrew Mulholland⁵⁹ veröffentlicht wurde, ist für den spezifischen Schuleinsatz von Raspberry Pi-Desktop-PCs konstruiert worden und bietet auf Grund von entsprechenden Feature seinen interessanten, alternativen Einsatz der Boards im Informatikunterricht. Folgende Features gestalten PiNet als interessante Alternative⁶⁰:

- Möglichkeit der Fernwartung,
- Möglichkeit alle, sich im Netzwerk befindlichen Pis zentral updaten zu können,
- Schülerscreens können über eine Netzwerkverbindung eingesehen werden,
- Integration eines zentralen Dateisystems.

⁵⁹ Lynn: Raspi-LTSP is now PiNet: easily manage a Raspberry Pi classroom.23.03.2015.<https://www.raspberrypi.org/blog/raspi-ltsp-is-now-pinet/> [abgerufen am 29.04.2016].

⁶⁰Vgl. <http://pinet.org.uk/> [abgerufen am 29.04.2016].

4 Lerntheorien

Die in Kapitel 1.1 beschriebenen Prinzipien des Making finden sich facettenreich in unterschiedlichen Theorien der Lernpsychologie, Pädagogik und Didaktik wieder und lassen auf diese Weise Rückschlüsse auf die Einsetzbarkeit von Making in der schulischen Lehre zu.

4.1 Montessoripädagogik – „Hilf mir es selbst zu tun“

Erste Schritte in Richtung einer Eingliederung des Maker–Movements finden sich bereits im 19. Jahrhundert in Form von einzelnen Leitfiguren der Reformpädagogik (Schön et. al, 2016).

Eine dieser treibenden Kräfte war Maria Montessori, die entsprechend der Ausführungen Traubs (2000), mit ihrer Entwicklung der Montessori-Pädagogik den Grundstein für das heute bedeutende didaktische Prinzip des offenen Unterrichts und der damit verbundenen Freiarbeit legte. Der zentrale Grundgedanke dieses reformpädagogischen Ansatzes ist dabei, das, an den Lehrenden gerichtete und oft zitierte Leitwort Montessoris „*Hilf mir, es selbst zu tun*“ (Traub, 2000, S. 157). Die wichtigsten Eckpfeiler stellen dabei die Anerkennung der Individualität und die Freiheit eines jeden Kindes in Bezug auf den Lernprozess dar.

Montessori, wie auch ihrem 1967 gemeinsam mit Oswald verfassten Werk *Grundgedanken der Montessori-Pädagogik* entnommen werden kann, geht davon aus, dass jedem Kind ein innerer Bauplan innewohnt, der die Grundlage dafür bildet, wie sich ein Kind entwickelt und entfaltet. Verborgene Talente und Fähigkeiten können nur dann zu Tage treten, wenn die Individualität eines jeden Kindes akzeptiert und die jeweilige Förderung auf das Kind abgestimmt wird. Die Freiheit, der wohl am meisten missverstandene Begriff ihrer Pädagogik, bedeutet „nicht die Freiheit VON etwas, sondern die Freiheit ZU etwas“ (Menges, n. d., S. 6). Montessori (1967, S.78) schreibt dazu in ihrem Werk *Grundgedanken der Montessori-Pädagogik* folgendes:

Wir müssen dem Kind all das verbieten, was die anderen kränken oder ihnen schaden kann, oder was als unschickliche oder unfreundliche Handlung gilt. Doch alles andere, jede Äußerung, die einen nützlichen Zweck, ganz gleich welcher Art und Form verfolgt, soll ihm nicht nur erlaubt, sondern soll auch von dem Lehrer beobachtet werden.

Ein weiteres sehr zentrales Prinzip ihrer Pädagogik formuliert sich in der Gestaltung einer für die Entwicklung des Kindes förderlichen Umgebung, deren Vorbereitung der Lehrperson obliegt.

Die Grundlage ist also nicht das Nachdenken darüber, wie man das Kind lehren oder erzieherisch beeinflussen kann, sondern wie man ihm eine Umgebung schaffen kann, die seiner Entwicklung förderlich ist, um es dann in dieser Umgebung sich frei entwickeln zu lassen (Montessori, 1996, S. 51).

Die vorbereitete Umgebung sollte gut strukturiert, an die Proportionen des Kindes angepasst, ästhetisch ansprechend und zu jeder Zeit ordentlich sein (Montessori, 1996). Die wichtigste Ausstattung der Umgebung stellt allerdings ein reichliches Angebot an Materialien dar, welche das Kind zum Handeln motivieren sollen (Montessori, 1996). Das zur Verfügung gestellte Material sollte, laut Menges (n.d.) verschiedene Kriterien erfüllen um einer guten Entwicklung des Kindes zuträglich zu sein:

- die Ästhetik – das Material soll einen starken Aufforderungscharakter haben (formschön; spezielle Farben – Bsp. goldene Perlen).
- die Isolation der Schwierigkeit – das Kind kann sich auf eine Sache (bzw. einen Sinn) konzentrieren.
- Selbstkontrolle – das Material soll selbst eine Fehlerkontrolle beinhalten, um die Unabhängigkeit vom Urteil des Erwachsenen zu wahren.
- es ermöglicht selbständiges Arbeiten (kann auch Gruppenarbeit sein).

Ziel des pädagogischen Ansatzes ist das Erreichen des Phänomens der Polarisation der Aufmerksamkeit (Montessori, 1994), die eine Phase der vertieften Aufmerksamkeit des Kindes meint, in der dieses selbstständig eine Aufgabebearbeitet und sich in seinem eigenen Tempo entwickelt. Die Lehrperson hat neben der Vorbereitung der Umgebung die Aufgabe als „eine Art Mediator zwischen dem Kind und dem Material [zu] fungieren“ (Mendes n.d.), wobei diese nur darin besteht in einer ersten Phase ein Kind für ein Material zu begeistern und in dessen allgemeine Handhabung einzuführen.

Die Wahl des Materials trifft jedoch das Kind selbst. Sobald allerdings der oder die Lernende Anzeichen für eine vertiefte Aufmerksamkeit zeigt, ist die Lehrperson gefordert, sich selbst aus dem Geschehen zurückzunehmen und diese äußerst sensible Phase auf keinen Fall zu stören. Auch gut gemeinte, motivierende Worte können bereits ausreichen, um diese Phase zu beenden (vgl. Montessori, 1994,

Mendes, n. D.). Die Lehrperson hat darüber hinaus die Aufgabe, dafür Sorge zu tragen, dass Kinder keine Grundregeln im Umgang miteinander verletzen und sollte im Zweifelsfall auch eingreifen (Mendes, n. D.).

Zwei Aspekte der Montessori-Pädagogik sind für das Making-Prinzip grundlegend. Erstens steht als zentraler Lernansatz die selbstgesteuerte Auseinandersetzung mit Gegenständen im Mittelpunkt sowie die Entwicklung von Ideen und Konzepten, die sich aus dieser Auseinandersetzung ergeben. Zweitens bildet dieser reformpädagogische Ansatz die Grundlage für offenes Lernen, das ein langfristiges, selbstorganisiertes Lernen ermöglichen soll und deshalb auch eine wichtige Basis des schulischen Maker Movements ist (Ebner et. al, 2016).

4.2 Konstruktionismus

Die Lerntheorie des Kontruktionismus, dessen grundlegendes Prinzip als „Lernen durch Machen“ (Harel & Papert, 1991, S. 1) formuliert werden kann, wurde in den 1990er Jahren von Seymour Papert und seinem Team am MIT⁶¹ begründet. Es wurde darauf hingewiesen, dass Konstruktionstätigkeiten Lernenden zahlreiche Möglichkeiten bieten, die unter anderem die Förderung „von mathematisch-abstraktem Denken, des Selbstaudrucks, des sozialen Lernens und der Gewinnung persönlicher Bezüge zum Lerninhalt zu nutzen“ (Harel & Papert, 1991; Papert, 1980; übersetzt v. Zorn 2010) nahelegen.

Papert war ein Schüler des Konstruktivisten Jean Piaget und deshalb ist es nicht verwunderlich, dass die lernpsychologische Theorie des Konstruktivismus als Inspirationsgrundlage für Paperts Lehre diente (Schubert & Schwill, 2011). Der Konstruktivismus begründet sich in der Annahme, dass Individuen nicht auf Reize einer objektiven Umwelt reagieren, sondern sich anhand ihrer Sinneseindrücke eine individuelle Repräsentation der Welt schaffen (Harel & Papert, 1991). In einem lerntheoretischen Ansatz bedeutet dies, dass Wissen nicht von einer Person auf eine andere übertragen werden kann, sondern im Gehirn eines jeden Lernenden neu konstruiert werden muss (Roth, 2004). Im Konstruktionismus wird dieser Ansatz

⁶¹ Massachusetts Institute of Technology, <http://web.mit.edu/> [abgerufen am 30.04.2016].

aufgegriffen und weiterentwickelt. Die Aufmerksamkeit wird in dieser Lerntheorie dabei auf den Prozess des aktiven Handelns, beziehungsweise des Machens gerichtet. (vgl. Harel & Papert, 1991; Schubert & Schwill, 2011).

Als definiertes Ziel gilt es, Lernende so oft als möglich in gemeinsamen oder in individuell durchzuführenden Prozessen zu Wissenskonstruktionen anzuregen. Der konstruktivistischen Theorie folgend ist es notwendig, diese Wissenskonstruktion durch selbstgesteuerte und eigenmotivierte Lernprozesse im Sinne von entdeckendem und besonders von handelndem Lernen zu erreichen (Annas & Kussler, 1999). Papert (1993) verbindet dieses handelnde Lernen in seinem Buch *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas* mit der Entwicklung von Programmen in der Programmiersprache Logo, die von ihm und seinem Team am MIT speziell für Kinder entworfen wurde.

Die bekannteste Facette der Programmiersprache ist die *Turtle-Grafik*, die der Vermittlung und Konstruktion von geometrischem Wissen von einem in den 1980er Jahren revolutionär neuem Ansatz diene. Lernende konstruierten durch die Programmierung der Bewegung von virtuellen Schildkröten, die eine farbige Linie hinter sich herzogen unterschiedliche Zeichnungen und geometrische Figuren (Papert, 1993). Dabei lernten diese durch das Prinzip *Versuch und Irrtum (Trial and Error)*, in dem sie mit unterschiedlichen Eingaben auf die Ausgaben, die sich in der jeweiligen Bewegung der Schildkröten zeigte, reagierten. Bewusst wurden nur wenige Angaben und Anleitungen inkludiert (Papert, 1993). Versuchten die Lernenden zum Beispiel ein Dreieck als Ausgabe zu konstruieren, so lernten sie unter anderem auch etwas über die geometrischen Prinzipien von Winkeln.

Die Grundlage für die Entwicklung der *Turtle-Grafik* war die Beobachtung von Schülerinnen und Schülern, die aus Seifenblöcken Figuren schnitzten. Papert (1993) nahm an, dass die Lernenden durch die Nutzung des Werkzeugs Wissen konstruieren würden und Zeit hätten, in der es möglich ist

zu denken, zu träumen, zu staunen, neue Ideen zu bekommen, etwas auszuprobieren, etwas sein zu lassen oder auch nicht locker zu lassen, Zeit zum Sprechen, die Arbeit von anderen und ihre Reaktionen zu sehen
(Papert & Harel, 1991, S. 1; Übersetzung v. Schön, Ebner & Kumar, 2014).

Lego, eines der wohl erfolgreichsten Spielzeuge⁶², die je entwickelt wurden, hat auf der Grundlage der konstruktivistischen Lerntheorie Einzug in schulische Klassenzimmer erhalten (Ilieva, 2010). Deshalb scheint es auch nachvollziehbar, dass sich das Unternehmen *Lego* bereits 1980 für die Forschungsarbeit von Papert und seinen Teamkollegen zu interessieren und diese zu unterstützen begann. Aus dieser Zusammenarbeit entstand unter anderem *Lego Mindstorms*, eine Produktserie, die den Spielenden Grundlagen der Robotik und der Informatik, im Speziellen Routinen der Programmierung auf dem elementaren Konzept des Konstruktivismus, näherbringen soll. Den Begriff ‚Mindstorm‘, der später als Produktname Anwendung fand, prägte Papert bereits in seinem 1993 veröffentlichten Buch *Mindstorms: Children, Computers And Powerful Ideas*, unter dem ein energiegeladener Sturm voller Tatendrang zu verstehen sei, den Lernende in einer kreativen, selbst bestimmten und von Technik dominierten Umgebung erleben würden (Vgl. auch Shea, 2014).

4.3 Constructionist Learning Lab

Das ‚*Constructionist Learning Lab*‘, das Gary Stager 2007 in seiner Doktorarbeit ‚*An Investigation of Constructionism in the Maine Youth Center*‘ ausführlich dokumentiert hat, kann als eine bedeutende Grundlage für Making-Aktivitäten angesehen werden. Papert (1999), der teilhabender Initiator und Betreuer des ‚*Constructionist Learning Lab*‘ pointiert in einem Umfang von acht ‚big ideas‘, was dieses grundlegend ausmacht:

1. *Learning by doing*: Das Prinzip, das „wir am besten lernen, wenn wir das, was wir lernen nützen, um etwas zu erschaffen, das wir wirklich wollen“ (Papert 2013, eig. Übersetzung) ist nicht nur in der Lerntheorie des Konstruktivismus zentral, sondern stellt auch eine der grundlegenden Ideen hinter dem Maker- Movement dar, welches in Kapitel 2 dargelegt ist.

⁶²Vgl. Krüger. Das ist die Lego-Formel der Spielzeug-Industrie. 03.12.2015.
<http://www.welt.de/wirtschaft/article149595621/Das-ist-die-Lego-Formel-der-Spielzeug-Industrie.html>
[abgerufen am 29.04.2016].

2. *Technology as building material*: Technische, insbesondere digitale technische Geräte, bergen eine sehr viel höhere Nutzungsvielfalt als andere Materialien. Im Zusammenhang mit dem ‚Constructionist Learning Lab‘ bilden Computer und ‚computer-controlled Lego‘ das bevorzugte Angebot der Materialien (Papert, 2006).
3. *Hard Fun*: Dinge, die der Lernende gerne macht, macht dieser in der Regel auch besser. Dennoch muss hart gearbeitet werden, um besser zu werden und Erfolg zu haben. Auch Hatch (2013) bindet, wie bereits erwähnt, den Spaß an der Sache als einen wichtigen Bestandteil in dem Play-Prinzip, eines der seiner Meinung nach neun Charakteristika des Maker- Movements, ein.
4. *Learning to learn*: Es existiert mehr als ein Weg, Dinge zu lernen und zu begreifen und deshalb ist es für den Lernenden auch wichtig, sich mit seiner eigenen Strategie des Lernens auseinanderzusetzen und für diese Verantwortung zu übernehmen.
5. *Taking time – the proper time for the job*: In den meisten schulischen Systemen bekommen Schüler und Schülerinnen gesagt, was sie tun sollen, und vor allem wie lange sie es tun sollen.
6. *You can't it get right without getting it wrong*: Frei nach Konfuzius “Wer einen Fehler gemacht hat und ihn nicht korrigiert, begeht einen zweiten“. Wichtig ist es aus Fehlern zu lernen, anstatt sich darauf zu konzentrieren keine Fehler zu machen.
7. *Do unto ourselves what we do unto our students*: Da es für die Lehrenden nicht ersichtlich ist, wie sich Projekte in dieser Form entwickeln, stellen sich für diese auch viele Herausforderungen. Für Studierende ist es motivierend und wichtig zu erfahren, dass auch Lehrende Schwierigkeiten bei der Bewältigung von Herausforderung haben.
8. *Digital World*: Ausgehend von der Annahme, dass digital-technisches Know-How in einer digitalen Welt gleich wichtig wie Schreiben oder Lesen sein wird, ist es für Lernende essentiell, diese zu nutzen um damit alles andere zu erlernen.

4.4 Making im Schulkontext

Die bereits in Kapitel 1.1 geklärte Definition des Making-Begriffs und die von Hatch (2013) analysierten Charakteristika des Maker Movements dienen als Grundlage für die Adaption in den schulischen Kontext. Schön, Ebner und Narr - die 2016 das bereits erwähnte Handbuch zum kreativen, digitalen Gestalten herausgegeben haben, in dem Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen von den unterschiedlichsten Zugängen her sehr detailliert in den Fokus genommen werden - definieren gemeinsam mit Boy, Brombach, Kleeberger, Rösch, Schreiber und Zorn im einleitenden Kapitel Prinzipien, die ihrer Meinung nach Making-Aktivitäten mit Kindern charakterisieren und abgrenzen. Schön et. al (2016, S. 9) legt folgende Punkte fest:

- Beim Making sind die *Kinder selbst die Akteure*, also die Ideenentwickler/innen, Erfinder/innen, Gestalter/innen und Produzentinnen und Produzenten.
- Ergebnis von Making-Aktivitäten mit Kindern ist ein *konkretes Produkt* – also ein gegenständliches oder digitales Ergebnis.
- Making-Aktivitäten mit Kindern unterstützen die *Kreativitätsentwicklung* und bieten Raum für eigene Ideen, Varianten und Ergebnisse.
- Making-Aktivitäten mit Kindern leiten zum *selbstorganisierten Lernen* an. Es wird stets gezeigt, wo und auf welche Weise mit vorhandenen Materialien notwendiges Wissen oder Fähigkeiten angeeignet werden können.
- Making-Aktivitäten mit Kindern unterstützen den interdisziplinären Wissensaufbau und Wissensaustausch. Sie finden in einer *kooperativen Atmosphäre* statt und legen Wert auf Austausch von Erfahrungen, Ideen und Wissen sowie das gemeinsame Arbeiten.
- Schließlich stellen Making-Aktivitäten im besten Falle eine Möglichkeit dar, *die Welt aktiv zu gestalten und zu verbessern*. Daher sind Prinzipien der Nachhaltigkeit, des Umweltschutzes oder partizipative Vorgehensweisen inhärent: Upcycling, Müllvermeidung, soziales Engagement sind so beispielsweise zentral.

Da im schulischen Kontext Kinder und Jugendliche die einzigen Konsumenten möglicher Making-Aktivitäten in der Rolle von Schülern und Schülerinnen sein können, können diese Prinzipien kritiklos in Form von Leitsätzen in unterrichtsdidaktische Ausformungen einfließen. Das primäre didaktische Ziel in der Umsetzung von Making-Aktivitäten im schulischen Bildungsangebot sollte die Gestaltung einer Lernumgebung sein, in der kreatives (digitales) Gestalten ermöglicht und gefördert wird. Schön (2016, S. 29) definiert im Zusammenhang mit der Planung und Durchführung eines offenen Making-Workshops sechs didaktische Ziele, die bei der Gestaltung der Lernumgebung bestimmend waren:

- (a) ein offenes, niederschwelliges Angebot,
- (b) die Partizipation der TeilnehmerInnen
- (c) die Förderung von Ideen(und Innovations-) Entwicklung der TeilnehmerInnen
- (d) eine (auch selbstgesteuerte) Medien- und IT(MINT)- Kompetenzerweiterung
- (e) eine gendersensible Gestaltung
- (f) eine (spätere) Erreichbarkeit der Werkzeuge für die Teilnehmer/innen

Eine weitere didaktische Maßnahme stellt die Vorbereitung und Aufklärung der Lernenden auf die alternative Unterrichtsform dar. Diese kann zum Beispiel durch eine Formulierung der Making-Prinzipien in Form von Verhaltensregeln geschehen. Als Anregung können die in Abbildung 2 dargestellten neun Prinzipien, die in den bereits erwähnten offenen Making-Workshops verwendet wurden, dienen.

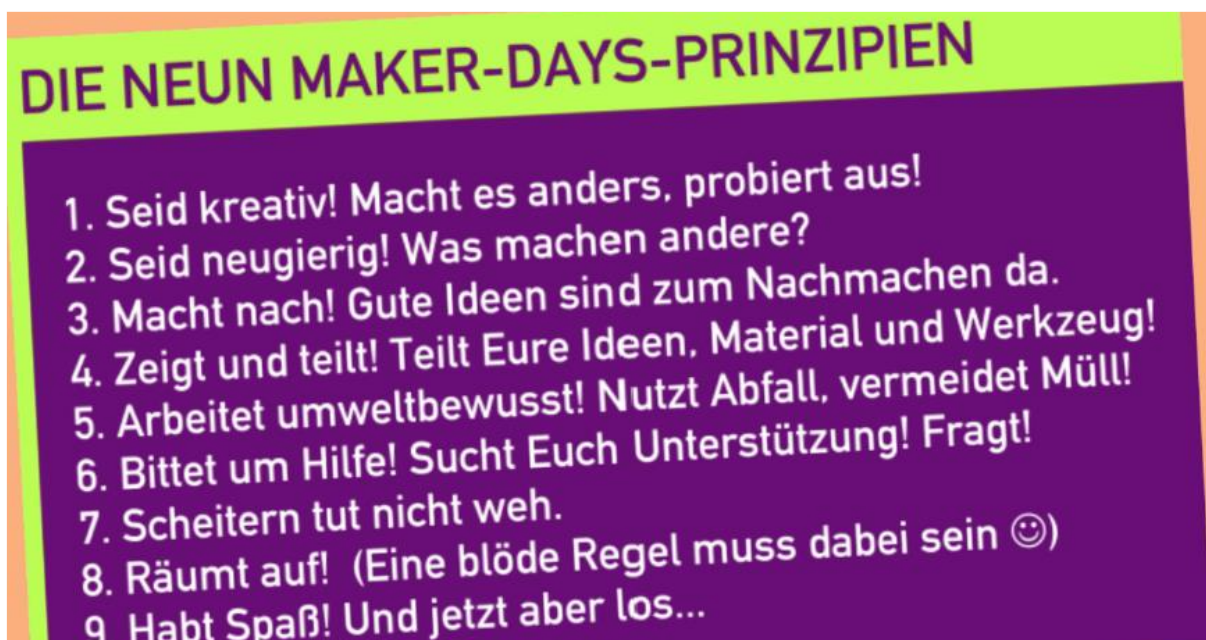


Abbildung 2: Neun Maker-Days-Prinzipien Quelle: (Schön & Ebner 2015)

Für die Lehrkraft gelten folgende Prinzipien in Form von Verhaltensregeln, die der Autor dieser Arbeit aus der Beschreibung unterschiedlicher Abläufe der bei Schön, Ebner und Narr (2016, Hrsg.) gesammelten Making-Projekte und den Grundsätzen der Montessoripädagogik, die in Kapitel 4.1 detailliert dargestellt sind, abgeleitet hat:

- (a) In der Phase, in der die Schüler und Schülerinnen eine Lernumgebung entdecken, ist es die Aufgabe der Lehrperson, Materialien und Werkzeuge ansprechend darzubieten.

- (b) Die Initiation von Impulsaufgaben motiviert die Lernenden zusätzlich zum kreativen und innovativen Gestalten.
- (c) Hilfestellungen sollten von der Lehrperson sparsam und in unterstützend motivierender Weise gegeben werden.
- (d) Die Lehrperson sorgt für ein geordnetes Sozialverhalten unter den Lernenden.
- (e) Die Lehrkraft sorgt für die Einhaltung aufgestellter Regeln (Bsp. Ordnung) und die Umsetzung der Making- Prinzipien.

Die in diesem Kapitel diskutierte Ausformung des didaktischen Prinzips des Making ist beispielhaft und findet in vielfältiger Ausformung unter anderem auch in der Vermischung mit anderen didaktischen Prinzipien Anwendung. In diesem Zusammenhang muss auf zahlreiche Beispiele verwiesen werden, die in dem Sammelwerk *Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen* gebündelt sind (Schön, Ebner & Narr, 2016).

4.5 Making im schulischen Kontext am Beispiel des österreichischen Schulsystems

Auch wenn es im amerikanischen Raum bereits seit Jahren vielversprechende Entwicklungen in der Adaption und Integration von Making-Prinzipien in den Schulunterricht (Halverson, Rosenfeld & Sheridan, 2014) gibt, konnten sich diese im deutschsprachigen Raum bis jetzt nicht wirklich durchsetzen. Aus diesem Grund hat auch das didaktische Making-Prinzip in der österreichischen Schullandschaft bisher kaum Relevanz. In diesem Abschnitt wird daher versucht, eine Möglichkeit der Adaption des Maker- Movements in der Schul- und Bildungslandschaft von Österreich darzustellen.

In dem ersten deutschsprachigen Sammelwerk, welches sich mit dem Thema Making beschäftigt, beschreiben die Autoren Schön et al (2016) in dem einleitenden Artikel *Einführung zu Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen* in welchem schulischen Unterrichtsfach das Making-Prinzip am besten verortet wäre. Sie sagen:

Wenn man davon ausgeht, dass Making auch an Schulen Einzug halten soll, dann fällt das zu großen Teilen neben technischem Werken in den Verantwortungsbereich der Informatik (Schön et al 2016, S. 18).

Dies gestaltet sich auf der Grundlage, dass Making-Aktivitäten vorwiegend für den Informatikunterricht ein großer Zugewinn sein könnten. Besonders für die Einführung in das Programmieren eignen sich spezielle Einsteiger-Programmiersprachen wie Scratch, eine am MIT entwickelte Programmiersprache, die in erster Linie für das Verständnis der Logik hinter einem Programm und dem Verständnis von grundlegenden Werkzeugen der Programmierung, wie dem einer Schleife oder einer Abfrage konzipiert ist. „Mit alternativen Bausätzen und Computern wie dem Raspberry Pi wird zudem das Verständnis und Begreifen von Hardware und Verständnis für den Computer im Wortsinne möglich“(Schön et al 2016, S. 18).

Um Making-Aktivitäten in der Schulformatik sinnvoll verorten zu können, müssen diese auch in die Ausbildung der Lehrpersonen Eingang finden. Damit die Auszubildenden sowohl in der Rolle des Lernenden als auch in der Rolle des Lehrenden Making-Aktivitäten kennenlernen, üben und studieren können, müsste im Lehramtsstudium Informatik und Informatikmanagement ein entsprechender Schwerpunkt gesetzt werden.

Im österreichischen Schulsystem gestaltet sich Informatik als Pflichtgegenstand in der neunten Schulstufe für alle fünften Klassen der allgemein bildenden höheren Schulen und als Wahlpflichtgegenstand oder als alternativer Pflichtgegenstand für die zehnte bis zwölfte Schulstufe. Der 2004⁶³ novellierte Lehrplan der Informatik, der in der ab dieser Zeit üblichen vierteiligen Gliederung in *Bildungs- und Lehraufgaben, Beiträge zu den Bildungsbereichen, Didaktische Grundsätze* und *Lehrstoff* gestaltet ist, ist in seinem schmalen Umfang eher allgemein gehalten. Unter dem zweiten Gliederungspunkt *Beiträge zu den Bildungsbereichen*, die mögliche beziehungsweise zu erreichende Beiträge, die die Informatik in unterschiedlichen Bildungsbereichen leisten kann beinhaltet, finden sich Anknüpfungspunkte, die eine sinnvolle Verortung der Making-Aktivitäten im Unterrichtsfach Informatik nahelegen. So wird der geforderte Beitrag im Bildungsbereich *Kreativität und Gestaltung* wie folgt formuliert:

⁶³Vgl. Gesamte Rechtsvorschriften für Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568> [abgerufen am 29.04.2016].

Der Umgang mit Informationstechnologie gibt den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit, selbst Gestaltungserfahrungen zu machen. Sinnliche Wahrnehmungen ermöglichen Zugänge zu kognitiven Erkenntnissen⁶⁴.

Den Forderungen nach kreativen Gestaltungsprozessen und sinnlichen Wahrnehmungen kann durch den Einsatz von Making-Aktivitäten eindeutig nachgekommen werden, da diese den zentralen Ideen der Maker-Bewegung entsprechen. Making-Aktivitäten umfassen ihrer Definition entsprechend die Konstruktion und Gestaltung eines gegebenenfalls auch digitalen Produkts (siehe Charakteristika Making-Aktivitäten mit Kindern Kapitel 4.5). Martinez und Stager, (2013) die Papert als „den Vater des Maker- Movements“(S.17, eig. Übersetzung) bezeichnen, implizieren dass ausgehend davon, dass der Konstruktivismus die grundlegende Lerntheorie hinter den Making-Aktivitäten darstellt, Konstruktionstätigkeiten als aktive Lernform, sinnliche Wahrnehmungen und die damit ermöglichten Zugänge zu kognitiven Erkenntnissen ermöglichen.

In Abschnitt 3 *Didaktische Grundsätze* wird im Lehrplan unter anderem ein Unterrichtsaufbau von der Lehrkraft gefordert, der die „Selbsttätigkeit und Eigenverantwortung [der Schülerinnen und Schüler fördert und die] Bedeutung gemeinschaftlichen Problemlösens bei der Bearbeitung von Projekten“⁶⁵ vermittelt. Mit Hilfe der Making -Aktivitäten können diese Ziele durchaus erreicht werden. Das in dem Abschnitt letzte genannte Ziel ist wie folgt formuliert:

Die Gestaltung eines angenehmen und erfolgreichen Lernklimas beruht auf Vertrauen, auf der Förderung der individuellen Stärken und des kreativen Potenzials. Auf die unterschiedlichen Bedürfnisse sowohl der Mädchen als auch der Burschen ist durch Auswahl entsprechender Inhalte und Aufgabenstellungen einzugehen.⁶⁶

Unter den sechs didaktischen Zielen, die bei der Gestaltung der Making–gerechten Lernumgebung maßgebend sein sollen, findet sich unter Punkt „(c) die Förderung von Ideen (und Innovations-) Entwicklung der TeilnehmerInnen“ (Schön et. al, 2016) und unter Punkt „(e) eine gendersensible Gestaltung“ (Schön et. al, 2016) Ziele, die den vom österreichischen Bildungsministerium geforderten Zielen für die Gestaltung eines

⁶⁴Lehrplan Informatik – Pflichtgegenstände.

https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_oberstufe.html [abgerufen am 25.04.16].

⁶⁵Ebenda.

⁶⁶Lehrplan Informatik – Pflichtgegenstände.

https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_oberstufe.html [abgerufen am 25.04.16].

erfolgreichen Lernklimas entsprechen. Eines der Themen in der Auflistung des Lehrstoffes, der für den Gegenstand Informatik, für die sechsten bis achten Klassen formuliert ist, wird unter der Bezeichnung „Lern- und Arbeitsorganisation“⁶⁷ geführt.

In diesem Zusammenhang darf auf die von Papert (1999) formulierten acht „big ideas“, die das „Constructionism Learning Lab“ beschreiben, verwiesen werden. Vor allem Punkt 4 *Learning to learn* und Punkt 5 *Taking time – the proper time for the job* veranschaulichen deutlich, dass Lernende im dem Prozess unterschiedliche Lern- und Arbeitsorganisationen für sich entdecken, gefördert und gefordert werden. Auf der Grundlage dessen, dass das „Constructionism Learning Lab“ (Papert, 1999) als für die Entwicklung der Maker-Aktivitäten einflussreiches Vorgängermodell positioniert ist, ist die Empfehlung für den Einsatz dieses didaktischen Prinzips klar ersichtlich.

Das reale und kreative Gestalten und Konstruieren als Tätigkeit ist neben dem Unterrichtsfach Informatik auch im Unterrichtsfach der Bildnerischen Erziehung zu verorten, in dessen AHS-Oberstufen-Lehrplan die Formulierung der Inhalte des Unterrichtsgegenstandes wie folgt gestaltet sind:

Die Inhalte beziehen sich auf die Sachbereiche bildende und angewandte Kunst, visuelle Medien und Umweltgestaltung wie Grafik, Malerei, Plastik, Architektur, Design, Fotografie, Film und Video, digitale Medien, Computerkunst, Informationsdesign sowie alltagsästhetische Erscheinungen und Objekte.⁶⁸

Eine fächerübergreifende Kooperation zwischen dem Unterrichtsfach Informatik und dem Unterrichtsfach Bildnerische Erziehung ist auf dieser Grundlage eindeutig denkbar und bietet eine gute Grundlage, um den Einsatz von Making-Aktivitäten in der Kombination dieser Fächer zu bedenken. Auch in den Bildungs- und Lehraufgaben finden sich Forderungen, die den Making-Prinzipien eindeutig entsprechen: Schüler und Schülerinnen sollten in „vielfältige Methoden und Strategien [...] Problemlösungen erschließen und dazu [befähigt werden], innovativ zu denken und zu handeln“⁶⁹. Auch das Ziel „in allen Lebensbereichen den Gestaltungswillen [zu] wecken [...] und die Freude an bewusster Gestaltung [zu] fördern[...]“⁷⁰ würden sich in der Integration von Making-Aktivitäten erfolgreich erreichen lassen.

⁶⁷ Ebenda.

⁶⁸LP Bildnerische Erziehung - https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_oberstufe.html [abgerufen am 26.04.16].

⁶⁹Ebenda.

⁷⁰Ebenda.

Im Abschnitt „Beiträge zu den Bildungsbereichen“ lassen sich besonders in dem Bildungsbereich *Natur und Technik* eindeutige Anknüpfungspunkte ausmachen:

So wird mit der Forderung nach dem „Erkennen des Einflusses von Technik und Technologien auf die Entstehung und Entwicklung ästhetischer Phänomene“⁷¹ und der nach dem „Erkennen von Wechselbeziehungen zwischen künstlerischen Gestaltungsstrukturen und mathematisch-naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten“⁷² eine Kooperation zwischen dem Unterrichtsfach der Informatik und der Bildnerischen Erziehung nicht nur ermöglicht, sondern offensichtlich, auf Grund der Gestaltung des Lehrplans, auch beabsichtigt.

Der im Weiteren formulierte Anspruch, Schüler und Schülerinnen in der „Entwicklung von Kompetenzen im Umgang mit apparativen Medien im Dienste von Kommunikation, Produktion, Dokumentation und Präsentation“⁷³ lädt zu einer Integration der Making-Aktivitäten in den schulischen Werk- und Zeichenunterricht ein. Auch die im Bildungsbereich Kreativität und Gestaltung unter anderem vorgeschlagenen Erfordernisse nach „experimentellen Vorgangsweisen, paradoxen Zugängen, divergierendem Denken, Versuch durch Irrtum-Lernen, Modellkonstruktionen [und] konstruktives und kreatives Umgehen mit ‚Fehlern‘“⁷⁴ decken sich mit zentralen Prinzipien der Making-Aktivitäten.

Zusammenfassend darf in Folge der eben dargestellten möglichen Anknüpfungspunkte in den Lehrplänen der Unterrichtsgegenstände Informatik und Bildnerische Erziehung auf eine aus didaktischer Sicht gute Ausgangslage für den Einzug des Making in die österreichische Schullandschaft hingewiesen werden. Allerdings bestehen auf Grund der strukturellen Gliederung des Schul- und Unterrichtswesens, sowie auf Grund der lokalen Beschaffenheit in österreichischen Schulgebäuden Hindernisse in der praktischen Umsetzung der Integration von Making-Aktivitäten in den Schulbetrieb. Detaillierte Ausführungen dazu sind in Kapitel 1.2 gegeben.

⁷¹ Ebenda.

⁷² Ebenda.

⁷³ Ebenda.

⁷⁴ Ebenda. Formatierung geändert.

Teil II – Entwicklung

Das primäre Ziel dieser Arbeit ist, wie bereits in Kapitel 1.1 ausgeführt, die Entwicklung eines erfolgreichen, schulbezogenen Unterrichtsentwurfs und dessen Überprüfung, in dem Schülerinnen und Schüler auf der Grundlage des didaktischen Prinzips des Making die Vielseitigkeit des Raspberry Pi als Unterrichtsmedium kennen lernen. Dabei ist, den österreichischen Bildungsstandards (BIFIE, 2011) entsprechend, die Förderung unterschiedlicher Kompetenzen zentral.

Der Prozess der Entwicklung des Konzepts unterteilt sich in vier Phasen. Die erste Phase besteht aus der Klärung der Rahmenbedingungen, in denen das entwickelte Unterrichtskonzept durchgeführt und getestet werden soll. Die zweite Phase dient der Entwicklung des Unterrichtsentwurfs, welcher an die Rahmenbedingungen angepasst ist. In einer dritten Phase wird das entwickelte Konzept praktisch durchgeführt. Die abschließende vierte Phase beschreibt die Evaluation des Konzepts.

1 Erste Phase – Klärung der Rahmenbedingungen

Für die geplante Durchführung in der dritten Phase wurde ein staatliches Gymnasium in der Umgebung von Graz ausgewählt. Dieses verfügt über die Ausstattung von drei, in ihrer Größe, Anordnung und bereitgestellten technischen Geräten, unterschiedlichen Räumlichkeiten, die in erster Linie der Nutzung für den Informatikunterricht vorbehalten sind. Auf Grund der baulichen Gegebenheiten sind die Räumlichkeiten der Schule auf mehrere Gebäude aufgeteilt, die nur durch Fußwege von mehreren Minuten im Freien untereinander erreichbar sind.

Die Schülerinnen und Schüler dieser Bildungseinrichtung besuchen den Informatikunterricht in der neunten Schulstufe verpflichtend im Ausmaß von zwei Wochenstunden und haben in der zehnten bis zwölften Schulstufe die Möglichkeit, diesen Unterrichtsgegenstand als zusätzliches Wahlpflichtfach⁷⁵ im Umfang von zwei Wochenstunden zu besuchen. Vertiefende Erkenntnisse können Schülerinnen und

⁷⁵Vgl. Bildungsfahrplan d. Schule entnommen.

Schüler freiwillig außerhalb der regulären Schulzeit durch die Teilnahme an dem freien Wahlfach Informatik erlangen⁷⁶. „In Trägerfächer integrierter Informatikunterricht im Ausmaß von einer Wochenstunde während der gesamten Unterstufe (Deutsch, Geschichte, Religion, Bildnerische Erziehung, Mathematik, Geografie)“ (Bundesgymnasium Rein, n.d.) schult primär die Handhabung eines Computers und den Umgang mit Medien⁷⁷. In der Struktur des Stundenplans in allgemein bildenden höheren Schulen ist es üblich, die Unterrichtsstunden der Informatik gekoppelt, in Form von 2 x 50min (Felder-Puig et. al, n.d.) abzuhalten. Der Raumnutzungsplan der Informatiksäle zeigt, dass diese an allen Wochentagen bis zum Ende der sechsten Schulstunde um 13.35 Uhr eine gute Auslastung aufweisen.

Wie bereits in Kapitel 4.4 erläutert ist für die erfolgreiche Integration von Making-Aktivitäten in den Schulunterricht die Gestaltung der Lernumgebung (Schön, 2016; Montessori & Oswald, 1967) ausschlaggebend. Ein entsprechend großzügiges Platzangebot ist deshalb unerlässlich. Diese Einsichten führten zu der Erkenntnis, dass das geplante Vorhaben in der Veranstaltungsform eines Workshops, mit einer dreigliedrigen Stationen-Form, in der für die Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler unterrichtsfreien Zeit am Nachmittag, am besten organisiert wäre. Darüber hinaus wurden auf der Basis einer freiwilligen Teilnahme alle Schülerinnen und Schüler der neunten bis elften Schulstufe für die Teilnahme an dem Workshop in Betracht gezogen.

⁷⁶ Ebenda.

⁷⁷ Diese Erkenntnis basiert auf der Erfahrung des Autors, die dieser über die Dauer von zwei Schulpraktika gewonnen hat. Unverbindliche und nicht aufgezeichnete Aussagen der Fachlehrerschaft dieser Schule bestätigen diese Unterrichtsinhalte des „Projekts Unterstufeninformatik“.

1.1 Zusammenfassung der Rahmenbedingungen

Folgende Rahmenbedingungen wurden festgelegt:

- Die ausgewählte Versuchsschule ist vom Typ ein Bundesgymnasium.
- Die Teilnehmergruppe ist altersgemischt und ihr Vorwissen betreffend heterogen.
- Die Teilnehmergruppe ist geschlechtsgemischt.
- Das Projekt wird in der Veranstaltungsform eines Workshops umgesetzt.
- Die Teilnahme am Projekt ist freiwillig.
- Das Projekt findet am Nachmittag statt.
- Das Projekt wird in den gesamten Räumlichkeiten der Informatik (3 Säle) umgesetzt.
- An dem Projekt nehmen Lehrende der Informatik in betreuender Rolle teil.

1.2 Erläuterung der Entscheidungsgrundlagen

Die festgelegten Rahmenbedingungen basieren auf folgenden, für das Projekt als sinnvoll erachteten, Entscheidungen:

Besuchen Schülerinnen und Schüler in Österreich eine allgemein bildende höhere Schule, so entscheiden sich diese in der siebten Schulstufe zwischen einem auf Sprachen ausgerichteten Ausbildungsweg in Form eines Bundesgymnasiums oder einem auf naturwissenschaftliche Disziplinen ausgerichteten Ausbildungsweg in Form eines Bundesrealgymnasiums⁷⁸. Ausgehend von der Tatsache, dass es sich bei der ausgewählten Schule um ein Bundesgymnasium handelt, kann schlussgefolgert werden, dass MINT- Fächer, also Unterrichtsfächer mit der Ausrichtung auf Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (Gehrig et. al, 2010) eine eher untergeordnete Rolle in der Förderung der Schülerinnen und Schüler einnehmen.

Auf dieser Grundlage wurde die Vermutung angestellt, dass zumindest das Interesse an, als eindeutig ‚technisch‘ wahrgenommenen Aktivitäten, tendenziell geringer sein dürfte als im Vergleich dazu, bei Schülerinnen und Schülern die eine höhere

⁷⁸ Vgl. <https://www.bmbf.gv.at/schulen/bw/abs/ahs.html> [abgerufen am 28.04.2016].

technische Bundeslehranstalt⁷⁹ besuchen. Leider gibt es, meines Wissens nach, keine eindeutigen Studien als theoretische Grundlage, mit der diese Annahme überprüft werden könnte. Infolgedessen wird auch im Rahmen der Auswertung der erhobenen Daten diese Annahme für den Geltungsbereich der ausgesuchten Schule, wie in Kapitel 1.6 dargestellt, überprüft.

Der vom österreichischen Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft unterstützte *Förderverein Technische Bildung*⁸⁰ listet auf seinem Online-Portal eine Vielzahl von verschiedenen Initiativen, die die Steigerung der Attraktivität der MINT- bezogenen Bildung in der öffentlichen Wahrnehmung und eine breitere Verankerung im Bildungswesen zum Ziel haben. Um einem zunehmendem Mangel an Auszubildenden in technischen Berufen und Studierenden der Technik- und Ingenieurwissenschaft entgegenzuwirken, unterstützen auch zahlreiche Vertreter aus dem Bereich der Wirtschaft und der Wissenschaft diese Initiativen. Heublein, Hutzsch, Schreiber, Sommer und Besuch (2010) haben in Deutschland eine bundesweiten Befragung Exmatrikulierter durchgeführt, um die Ursachen für einen Studienabbruch zu analysieren und konnten in diesem Zusammenhang nicht nur feststellen, dass die Abbruchsquote in den MINT- bezogenen Studienfächern seit Ende der neunziger Jahre nahezu unverändert geblieben ist, sondern auch, dass in diesen Fächergruppen überdurchschnittlich früh abgebrochen wird. Die Mehrzahl der Befragten gab an, auf Grund von Leistungsproblemen die Ausbildung an der Hochschule abgebrochen zu haben. Allerdings konnten Heublein et al. (2010) besonders deutlich in den Fächergruppen Mathematik und Naturwissenschaften nachweisen, dass die schulische Vorbereitung den Studienerfolg wesentlich beeinflusst.

Making-Aktivitäten, die in der Regel interdisziplinäres Denken, kreatives Arbeiten und sozialen Austausch unterstützen, bieten dabei [auf der einen Seite] auch die Möglichkeit, die Zielgruppen der MINT-Initiative zu erweitern und ein breiteres Publikum anzusprechen. (Schön et al., 2016, S. 15)

Auf der anderen Seite ermöglichen Making-Aktivitäten durch den erforschenden und subjektbestimmten didaktischen Ansatz einen alternativen Zugang zu MINT-Fächern.

⁷⁹ Ausrichtung des Ausbildungswegs auf einen technischen Schwerpunkt. Vgl. <http://www.abc.berufsbildendeschulen.at/de/page.asp?id=15> [abgerufen am 28.04.2016].

⁸⁰ Vgl. <https://www.technischebildung.at/initiativen/> [abgerufen am 02.05.2015].

Trotz zahlreicher wissenschaftlicher Untersuchungen und praktischer Initiativen sind Mädchen und Frauen in den MINT-Fächern unterrepräsentiert. Dies gründet einerseits auf der Tatsache, dass „[d]as stereotype Bild des eher sprachbegabten Mädchens und des mathematisch-naturwissenschaftlich interessierten und versierten Jungen [...] noch sehr stark unser Denken [...]prägt“ (Quaiser-Pohl, 2012, S. 20). Obwohl in zahlreichen Studien keine eindeutigen Hinweise hinsichtlich dieser Behauptung erbracht werden konnten, prägt dieses Bild dennoch stark die Selbsteinschätzung der Mädchen und Frauen, die zahlreichen Studien zufolge sehr viel häufiger stärkere Ängste in Bezug auf MINT-Fächer (ausgehend von Mathematik) aufwiesen. Maker-Aktivitäten schaffen besonders in einer gendersensiblen Lernumgebung einen alternativen Zugang zu Geräten, Werkzeugen und Inhalten, die den MINT-Fächern zugeordnet werden. Für die zusätzliche Analyse und Bewertung von geschlechtsspezifischen Verhaltensweisen wurde mit besonderer Aufmerksamkeit für die Bildung einer geschlechtsgemischten Gruppe gesorgt.

Namhafte Vertreter der Reformpädagogik wie Maria Montessori (1989) oder der, von Campana-Schleusener (2012) hervorgehobene Peter Peterson, betonten ihre Empfehlung einer altersgemischten gegenüber eines altershomogenen Jahrgangsklasse. In der jüngeren Literatur (Kucharz & Wagener, 2009; Laging, 2003; zitiert nach Raggl, 2010) werden als Beispiel die Betonung der Heterogenität, also das Bestehen von unterschiedlichen Voraussetzungen und Fähigkeiten, als Chance für gemeinsames Lernen gesehen. Raggl (2010, S. 2) führt unter anderem folgende Vorteile an:

- Kinder mit unterschiedlichen Kompetenzen können zusammenarbeiten. Hier können über die Erfahrungen des gegenseitigen Helfens didaktische und soziale Lerngelegenheiten miteinander verknüpft werden.
- Durch das in altersgemischten Klassen verwendete Helfersystem entwickeln Kindern Vermittlungsstrategien und „lernen durch lehren.“

Boy führt im Zusammenhang von Maker- Aktivitäten in altersgemischten Gruppen wie folgt aus:

[Making- Aktivitäten fördern] Arbeits- und Umgangsweisen innerhalb der Gruppe[.] Methoden und Materialien regen zu einem kreativen und selbstbestimmten Umgang mit Technik an, indem sich Kinder und Jugendlichen trauen, autonom zu arbeiten und experimentelle Ideen zu verwirklichen. Die Teamer/innen gelten dabei nicht als Lehrmeister, sondern als gleichberechtigte Begleiter/innen mit ähnlichen Interessen. Jede/r Teilnehmer/in [...] kann sich so mit ihren/seinen individuellen Erfahrungen einbringen und gemeinsam mögliche Probleme lösen, um die eigenen Maker-Produkte umzusetzen.“ (Boy, 2016, S. 37).

Es ist davon auszugehen, dass auf Grund des alternativen Zugangs und der gewählten Veranstaltungsform die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wenige Probleme damit haben werden, die gewohnte Lernstruktur innerhalb homogener Lerngruppen zu verlassen.

Die Vorbereitung der Lernumgebung stellt für die Lehrperson einen großen, organisatorischen Aufwand dar. Aus diesem Grund ist man auch in der Mehrzahl der Bildungseinrichtungen, in denen Making-Aktivitäten ebenfalls Einzug in die Unterrichtsvermittlung erhalten sollen, darauf bedacht, entsprechende Räumlichkeiten- zum Beispiel in der Form von Makerspaces (Wunderlich, 2016, S. 47) oder FabLabs- innerhalb der Bildungseinrichtung zu installieren. Auch die übliche Struktur der Unterrichtszeit eignet sich für Making-Aktivitäten kaum. Unter der Berücksichtigung einer bestimmten Einarbeitungsphase und dem Erlernen neuer Fähigkeiten im Umgang mit Werkzeugen sind 50 Minuten (oder auch 2x 50 Minuten) für die Schöpfung und Gestaltung eines Making-Produkts zu wenig. Die Veranstaltungsform des Workshops bietet einen Rahmen für die Abgrenzung von einer üblichen zeitlichen Struktur⁸¹. Weitere Workshop-kennzeichnende Merkmale, wie die Begrenzung der Teilnehmerzahl und das, im Vorhinein bekannte zu bearbeitende Thema⁸² lassen diese Veranstaltungsform aus didaktischer Sicht besonders in Fällen in denen Making-Aktivitäten in einer Schule noch nicht verortet sind, als die am besten geeignete Form erscheinen.

Ausgehend von reformpädagogischen Grundsätzen bei Montessori (Montessori; Oswald, 1967) entscheiden Schülerinnen und Schüler selbst, welches Medium oder Werkzeug den Wissenserwerb fördern soll. Auf Grund der Einschränkungen dieses Projekts, Making-Aktivitäten facettenreich hinsichtlich der Einsetzbarkeit auf ein Werkzeug zu beschränken, ist es erforderlich, dass die Entscheidung für dieses Werkzeug von Schülerinnen und Schülern selbst ausgeht. Auf dieser Grundlage basieren die Entscheidung zur freiwilligen Teilnahme und der im Vorfeld getätigten Bewerbung des Workshops.

⁸¹ Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Workshop> [abgerufen am 29.04.2016].

⁸²Ebenda.

Die in der ausgewählten Schule vorgefundene räumliche Beschaffenheit der Informatiksäle ist äußerst wichtig für die strukturelle Gestaltung des Workshops. In diesem Fall stehen drei Informatiksäle, die räumlich aneinander liegen und durch einen gemeinsamen Gang verbunden sind, zur Verfügung. Eine Korridortür grenzt die Räumlichkeiten vom restlichen Schulgebäude ab und trägt zur Wahrnehmung der drei Säle als eine Einheit bei. In zwei der drei Säle sind die Arbeitsplätze der Lernenden, die mit Standrechnern, Monitor und Eingabegeräten in Form von Maus und Tastatur ausgestattet sind, entlang der Wand positioniert, sodass in der Mitte der Räume freie Flächen für alternative Aktivitäten entsteht. Im dritten Saal sind die Arbeitsplätze der Schülerinnen und Schüler in Reihen organisiert, die die Bewegungsfreiheit einschränken.

1.3 Entwicklung des Workshops.

Die Dauer des Workshops wurde mit vier Stunden anberaumt. Ein detaillierter Ablaufplan des Workshops ist dem Anhang A zu entnehmen. Vor dem offiziellen Start des Workshops ist eine Pause für das Eintreffen der Teilnehmer und Teilnehmerinnen geplant, die es ihnen ermöglichen sollte, sich zu erholen und auf die bevorstehenden Aktivitäten einzustellen. Um die Basis für eine einladende Atmosphäre zu schaffen, in der sich die teilnehmenden Personen wohlfühlen können, sind auch kleine Snacks bereitgestellt. Die Phase des Ankommens der teilnehmenden Personen sollte fließend mit der Durchführung der, für das Projekt wichtigen organisatorischen Details, wie die Sammlung methoden-ethischer Dokumente, einhergehen.

Den festgesetzten Rahmenbedingungen entsprechend ist die Teilnahme an dem Workshop freiwillig und setzt daher eine vorhergehende Anmeldung voraus. Den Schülerinnen und Schülern wird dabei ein dreiteiliges Angebot der Anmeldemöglichkeit geboten, um ein Interesse an dem Workshop nicht durch Barrieren in der Anmeldemethode zu verringern. Darüber hinaus ist die Teilnehmerzahl mit einem Kontingent von 8 bis maximal 15 Personen festgesetzt, da diese Gruppenstärke, laut Schuhbach (2015) ein optimales Arbeitsklima schafft.

Entsprechend der Anmeldung bekommt jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer eine ID- Card, auf dem der Vorname, eine Teilnehmernummer und das Logo des Workshops abgedruckt sind. Die Teilnehmernummer ist dabei überproportional groß

abgedruckt, um sie auch bei einer Videoanalyse des Workshops gut erkennen zu können. Der Abdruck des Vornamens bietet den Vorteil, Schülerinnen und Schüler während des Workshops ansprechen zu können, obwohl diese dem Workshopleiter nicht bekannt sind. Die ID- Cards können auf Grund ihrer Beschaffenheit um den Hals getragen werden und sorgen, auch auf Grund der Gestaltung mit einem wiedererkennbaren Logo, für ein Gefühl der Zusammengehörigkeit (Eisewicht, Grenz & Pfadenhauer, 2012).

Nach Abschluss der Organisationsphase folgt der offizielle Einstieg in den Workshop. In dieser Phase sollen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer, auch wenn diese bereits viele Informationen bei der Bewerbung des Workshops erhalten haben, einen Überblick über den Zweck und den Verlauf des Workshops erhalten. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf den Raspberry Pi als Werkzeug gelegt. Da auf Grund der Konzeption des Workshops die Platinen bereits im laufenden Betrieb in die Stationen integriert sind, soll in dieser Einführung das Gerät im Umfang einer Beschreibung, Schnittstellenbestimmung und einer näheren Betrachtung einführend beleuchtet werden. An die Ablaufbeschreibung der „*Maker Days for Kids*“ (Schön, 2016) angelehnt und auf Basis der in Kapitel 4.1 beschriebenen Prinzipien der Montessori-Pädagogik, ist es in dieser Phase essentiell, den Lernenden das Angebot darzubieten. Dies findet in Form eines gemeinsamen Rundganges durch alle Stationen statt, in dem vom Workshopleiter eine knappe Beschreibung der jeweiligen Station gegeben wird. Mit einer Erinnerung an die, in der Einführung bereits besprochenen Maker-Prinzipien-Verhaltensregeln wird die Arbeitsphase eingeleitet.

In dieser Phase haben alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Möglichkeit zu jeder Zeit, an jeder Station, ein digitales Produkt zu entwickeln. Um dies zu ermöglichen, ist bei der Gestaltung der Lernumgebung darauf zu achten, im Rahmen der Möglichkeiten ein Überangebot an Material und Arbeitsplätzen zu schaffen. Jede Station wird von einer Person betreut, die bei technischen Problemen, allgemeinen Fragen oder bei Einstiegs- beziehungsweise Handhabungsproblemen den teilnehmenden Personen helfend zur Seite steht.

Entsprechend den in Kapitel 4.4 ausgeformten Handlungsprinzipien für die Lehrkräfte sind diese Personen zu jeder Zeit dazu angehalten, in einer beobachtenden Rolle zu verbleiben, um weder das Gestaltungsgeschehen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu beeinflussen noch eine Phase vertiefter Aufmerksamkeit zu stören (Mendes, n.d.).

Wie der detaillierten Aufstellung des Verlaufsplans (Anhang A) entnommen werden kann, werden die teilnehmende Personen 15 Minuten vor der zeitlichen Begrenzung der Arbeitsphase an diese erinnert, um einen sanften Abschluss der kreativen Schaffensprozesse zu ermöglichen. Ergebnisse werden ab diesem Zeitpunkt für eine abschließende Phase gesammelt. Nur wenn die Urheberin oder der Urheber eines digitalen Produkts einer Präsentation zustimmt, wird dieses in die Sammlung aufgenommen. In einer abschließenden Präsentation der Ergebnisse werden in gemütlicher Atmosphäre mit Hilfe eines Beamers die geschaffenen Produkte der Teilnehmer und Teilnehmerinnen begutachtet. Schülerinnen und Schülern wird entsprechend dem Share-Prinzip (Hatch, 2013, siehe auch Kapitel 2.2) die Möglichkeit geboten, über ihr Produkt zu sprechen. Es ist dem Share-Prinzip entsprechend sehr wichtig, dass die teilnehmenden Personen die Möglichkeit erhalten, ihre Produkte herausstellen zu können und über das, was sie geschaffen habe, auch sprechen zu können. Durch die Anerkennung anderer Teilnehmerinnen und Teilnehmer steigen auch der wahrgenommene Wert des Produkts und das eigene Selbstwertgefühl (Hatch, 2013).

Nach dem Einsatz einer zeitschonenden Methode zur Evaluation des Workshops durch die teilnehmenden Personen, die in Kapitel 2.4 näher ausgeführt ist, bildet ein, den gesellschaftlichen Konventionen entsprechender formloser Abschied den Abschluss des Projekts und die Schülerinnen und Schüler sind entlassen.

1.4 Konzept und Gestaltung der Stationen

In diesem Kapitel wird näher auf das jeweils entwickelte Konzept der einzelnen Station und der Gestaltung der jeweiligen Lernumgebung eingegangen.

1.4.1 Station 1 – Musizieren am Raspberry Pi

Ziel dieser Station ist der einfache und kreative Einstieg in das Programmieren. Schülerinnen und Schüler sollen durch das Gestalten von Musik in einer einfachen, code-basierten Programmiersprache, in der sich schnell erste Erfolgserlebnisse einstellen, einen alternativen Zugang zu technischen Geräten, Linux-Systemen und einfachen Programmierstrukturen erhalten.

Sonic Pi⁸³, die Programmierumgebung, die die zentrale Komponente im Konzept dieser Station bildet, ist eine Open-Source-Software die, wie der GitHub⁸⁴–Homepage entnommen werden kann, folgendem Zweck dient:

Sonic Pi is a complete open source programming environment originally designed to explore and *teach programming concepts* within schools through the process of creating *new sounds*.

Der Name der Software gibt bereits einen Hinweis auf die bevorzugte Hardware, die wie in Kapitel 3.6 erwähnt, der Raspberry Pi ist. Allerdings ist das Programm auch mit anderen Betriebssystemen wie Windows oder MacOS kompatibel⁸⁵.

Die Anwendung lädt durch ihre ansprechend gestaltete Oberfläche und ihre großzügig gestaltete, auch deutsche Anleitung dazu ein, digitale Musik durch textbasierte Programmierung zu erzeugen. Bereits mit einer Zeile Code (*play 60*) wird durch das Klicken des *Play*-Buttons ein Ton generiert und ausgegeben und sorgt beim Anwender und Anwenderinnen schnell für erste Erfolgserlebnisse⁸⁶. Das Programm, das auf der

⁸³<http://sonic-pi.net/>.

⁸⁴ Vgl. Sam Aaron: Sonic Pi. <https://github.com/samaaron/sonic-pi> [abgerufen am 30.04.2016].

⁸⁵ Vgl. Offizielle Homepage zur Sonic Pi Software. <http://sonic-pi.net/> [abgerufen am 30.04.2016].

⁸⁶ Vgl. Sonic Pi Unterrichtsmaterialien, bereitgestellt von der Raspberry Pi Foundation. <https://www.raspberrypi.org/learning/sonic-pi-lessons/lessons/> [abgerufen am 30.04.16].

Programmiersprache Ruby aufbaut und diese auch vermittelt⁸⁷, bietet auf Grund der großen Sammlung an Funktionen und Musikeffekten ein breites Spektrum an Möglichkeiten.

In dem Informatiksaal, in dem die Arbeitsplätze der Schüler und Schülerinnen in Reihen organisiert sind, wird diese Station aufgebaut, da dieses Konzept ein Arbeiten am Platz vorsieht. Verteilt über den Raum sind insgesamt sechs Raspberry- Platinen, die mit dem Raspbian- Betriebssystem betrieben werden, mit den entsprechenden Komponenten wie Monitor, Maus, Tastatur und Spannungsversorgung ausgestattet und in der Form von Arbeitsstationen, aufgestellt. An jeder Arbeitsstation stehen zwei Stühle bereit, da das Arbeiten im Team an dieser Station auch erlaubt ist. Damit sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer nicht gegenseitig bei der Gestaltung ihrer musikalischen Produkte stören, ist die ausnahmslose Verwendung von Kopfhörern vorgesehen. Ein Klinke–Y–Kabel, das den Anschluss von zwei Kopfhörerpaaren am selben Pi ermöglicht, unterstützt die Arbeit im Team. Jeder Station liegt ein *Cheatsheet* bei, der auch dem Anhang beigefügt ist, welcher den Einstieg in das Programm erleichtern soll. Teilnehmende Personen finden bereits das geöffnete Programm mit einem vom Workshopleiter verfassten Beispielcode, das erste Erfolgserlebnisse beim Anwender/ der Anwenderin schneller auslösen soll, vor.

Entsprechend den Prinzipien der Maker-Aktivitäten steht den Teilnehmerinnen und Teilnehmern sowohl die Wahl der Gestaltungsform (Genre etc.) als auch die Wahl der Methode in der Herangehensweise, mit der sie ihr digitales Musik -Produkt gestalten möchten, frei. Die Schülerinnen und Schüler gestalten in einer entdeckenden Handlungsform. Die Möglichkeit der Arbeit im Team fördert auch den in den Maker-Aktivitäten verankerten sozialen Aspekt.

1.4.2 Stop Motion – Gestaltung eines Kurzfilms mit dem Raspberry Pi

Ziel dieser Station ist die Gestaltung eines Kurzfilms unter der filmtechnischen Einschränkung Stop Motion⁸⁸ mit einem Raspberry Pi. Schülerinnen und Schüler

⁸⁷ Rösch, Eike: Musik programmieren. 26.01.2016. <https://www.medienpaedagogik-praxis.de/2016/01/26/musik-programmieren/> [abgerufen am 30.04.16].

⁸⁸ Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Stop-Motion> [abgerufen am 30.04.2016].

sollen unter der Verwendung einer entweder code-basierten oder software-basierten Methode einen Stop-Motion-Film kreieren. Die Station bietet dabei den vollen Umfang von der Gestaltung eines entsprechenden Filmsets, über die Ausarbeitung einer Filmgeschichte, bis hin zur Aufnahme und Entwicklung des Films.

Diese Station ist im größten der drei Informatiksäle verlagert, da in diesem auch große, freie Tische zur Verfügung stehen, die Platz für die Gestaltung eines entsprechenden Filmsets bieten. Insgesamt drei Arbeitsstationen verteilen sich großzügig im Raum und sind mit einem Raspberry Pi Camera Module⁸⁹, das mit einem Raspberry Pi und den für den normalen Arbeitsprozess üblichen Komponenten (Monitor, Maus, Tastatur, Spannungsversorgung) verbunden ist, ausgestattet. Das verwendete Betriebssystem ist Raspbian, auf dem die im Umfang der Linux -Paketquellen enthaltene ‚Stopmotion‘ -Software⁹⁰ bereits installiert ist. Um den codebasierten Weg der Stop-Motion-Aufnahmen, der in dem von der Raspberry Foundation⁹¹ veröffentlichten Tutorial detailliert beschrieben ist, attraktiver zu gestalten, ist der benötigte Python- Code als ausführbare Datei bereits auf dem Pi vorbereitet. Jede Arbeitsstation wurde ähnlich wie bei Station 1 mit einem Cheatsheet (Anhang C) ausgestattet, um den Einstieg in die Software zu erleichtern, beziehungsweise, um den codebasierten Weg zu Stop-Motion- Aufnahmen über die Kommandozeile anzuleiten.

Bei der Gestaltung der Lernumgebung wurde auf ein umfangreiches Angebot an, für eine Filmkulisse verwendbares Material geachtet. So können von den Schülerinnen und Schülern unter anderem Lego⁹², Fischer -Technik⁹³, Knetmasse, Pfeifenputzer, Scoobidoo -Schnüre⁹⁴, Karton und eine Auswahl an Mal- und Filzstiften für die Gestaltung der Kulisse verwendet werden.

Es gibt weder Einschränkungen hinsichtlich einer erlaubten Gruppenstärke, noch hinsichtlich des Themenbereichs des Films, noch hinsichtlich der zu verwendenden Materialien. Schülerinnen und Schüler können in der Arbeit an dieser Station ihrer

⁸⁹<https://www.raspberrypi.org/products/camera-module/> [abgerufen am 30.04.2016].

⁹⁰<http://linuxstopmotion.org/> [abgerufen am 30.04.2016].

⁹¹ Vgl. <https://www.raspberrypi.org/learning/push-button-stop-motion/> [abgerufen am 30.04.2016].

⁹²<http://www.lego.com/en-us/> [abgerufen am 30.04.2016].

⁹³<http://www.fischertechnik.de/home.aspx> [abgerufen am 30.04.2016].

⁹⁴<https://de.wikipedia.org/wiki/Scoubidou> [abgerufen am 30.04.16].

Kreativität Ausdruck verleihen, ihre Fantasie in der Planung und Gestaltung einer Geschichte fördern, vielfältigen Einsatz unterschiedlicher Materialien kennen- lernen und gestalterische Kompetenzen rund um das Ausdrucksmittel Film erlernen und fördern⁹⁵.

1.4.3 Scratch goes Robot – Programmierung und Steuerung eines Roboters mittels Scratch- Programmierung

Ziel dieser Station ist die Einführung in die Disziplin des Hardware- Hackings⁹⁶. Schülerinnen und Schüler sollen im Rahmen dieser Station den Zusammenhang von Programmierung und ihren Auswirkungen auf reale, physische Prozesse erfahren. Diese Station bietet die Möglichkeit, nach einer einführenden Auseinandersetzung mit der GPIO- Programmierung mittels der Einsteiger-Programmiersprache Scratch⁹⁷, einen vorgefertigten Roboter in der genannten Programmiersprache zu programmieren und zu steuern. Die Fahrt durch einen Hindernisparcours macht eine erfolgreiche Programmierung sichtbar. Auf Grund eines Gesprächs mit den Lehrkräften der Informatik ist von der Annahme auszugehen, dass alle teilnehmenden Personen Grundlagen in der Programmierung von Scratch bekannt sind.

Diese Station teilt sich in zwei Arbeitsbereiche, die allerdings im selben Informatiksaal untergebracht sind. Beim gemeinsamen Rundgang wurde der Besuch des ersten Arbeitsbereichs vor dem Besuch des zweiten empfohlen. Im ersten Bereich steht das direkte Arbeiten am Raspberry Pi im Mittelpunkt. Zu diesem Zweck ist ein Pi mit den üblichen Komponenten (Monitor, Maus, Tastatur, Spannungsversorgung) ausgestattet und gemeinsam mit einem Breadboard⁹⁸, Jumper -Kabeln⁹⁹ und einem vielfältigen Angebot an unterschiedlichen Leuchtdioden und Widerständen bereitgestellt. Seit dem Update ‚Jessie‘ steht der im Umfang des Raspbian Systems enthaltenen Scratch - Version auch eine Unterstützung der GPIO Pins¹⁰⁰ zur Verfügung.

⁹⁵Adams-Weggen, Simone: *Unterrichtsentwurf Stop-Motion*. 23.06.2013, <http://www.lehrer-online.de/stop-motion.php> [abgerufen am 30.04.2016].

⁹⁶ Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Hardwarehacker> [abgerufen am 30.04.2016].

⁹⁷ Vgl. <https://scratch.mit.edu/> [abgerufen am 01.05.2016].

⁹⁸ Vgl. <https://www.raspberrypi.org/learning/push-button-stop-motion/components/breadboard/> [abgerufen am 30.04.2016].

⁹⁹ Vgl. <https://www.raspberrypi.org/learning/push-button-stop-motion/components/jumper-male-to-female/> [abgerufen am 30.04.2016].

¹⁰⁰ Scratch GPIO. <https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/scratch/gpio/README.md> [abgerufen am 30.04.2016].

Allerdings erlaubt die, von der Raspberry Pi- Foundation unterstützte Version der Programmiersprache, keine Ansteuerung des HC-SR04¹⁰¹ Ultraschallsensors, der zur Messung von Entfernungen dient. Um die Unterstützung des Sensors dennoch bereitzustellen, wird eine alternative Scratch- Erweiterung¹⁰² mit dem bezeichnenden Namen Scratch GPIO 7 verwendet.

Darüber hinaus liegt ein Cheatsheet bereit, der mit einer grundlegenden Einführung den Einstieg in die Station vereinfachen soll. Der Aufbau einer ersten Schaltung, die dem Zweck dient, eine Leuchtdiode zum Leuchten zu bringen und die Ansteuerung dieser Schaltung über GPIO Pins, sind auf diesem Hilfsmittel anleitend dargestellt. Mit der, dem Cheatsheet beigefügten Formulierung einer kleinen Challenge, sollen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer herausgefordert werden, sich intensiv in der Gestaltung verschiedenartiger Schaltungen mit der Ansteuerung von Hardware-Elementen zu beschäftigen.

Nach der Förderung eines grundlegenden Verständnisses der Verbindung von Software und elektronischer Hardware, wird im zweiten Arbeitsbereich eine Vertiefung dieser Verbindung angestrebt. Zu diesem Zweck wurde ein Roboter gestaltet, dessen Steuerungsplatine ein Raspberry Pi darstellt. Das Design des Roboters erlaubt die Ansteuerung von zwei Motoren und eines HC-SR04 -Sensors. Freie GPIO -Pins am Roboter ermöglichen eine Weiterentwicklung in der Gestaltung des Geräts. Da die Netzwerkverbindungen in den Informatiksälen ausschließlich über Kabelverbindungen umgesetzt sind, wird zudem - durch den Einsatz eines Routers- ein Wlan-Netzwerk aufgebaut. Dieses ermöglicht über den Aufbau einer Remote-Desktop-Verbindung, den auf dem Roboter befindlichen Raspberry Pi¹⁰³ von der Ferne aus zu programmieren und zu steuern. Die genutzte Arbeitsstation, von der aus auf den Raspberry Pi zugegriffen wird, stellt in diesem Fall ein gewöhnlicher Windows-Rechner dar, auf dem eine entsprechende VNC- Client- Software¹⁰⁴ bereitgestellt ist. Die Entscheidung für den Einsatz des Windows- Rechners wurde auf der Grundlage einer

¹⁰¹<http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf> [abgerufen am 30.04.2016].

¹⁰² Tutorial. Scratch controlling the GPIO on a Raspberry Pi. <http://simplési.net/scratch-controlling-the-gpio-on-a-raspberrypi/> [abgerufen am 30.04.2016].

¹⁰³TightVnc Server wurde aus dem Linux Quellpaket nachgeladen. <http://www.tightvnc.com/download.php> [abgerufen am 01.05.2016].

¹⁰⁴ Vgl. <http://www.tightvnc.com/download.php> [abgerufen am 01.05.2016].

organisatorischen Notwendigkeit getroffen. Im Umfang der gestalteten Lernumgebung ist auch ein Angebot an Karton, Klebeband und Scheren bereitgestellt, das der Gestaltung eines Parcours dienlich ist.

Auf Grund der Tatsache, dass sowohl das Design als auch der Bau eines solchen Roboters sehr viel Vorwissen benötigt, ist in dieser Station der klare Fokus auf die Programmierung dieser Komponente gelegt. Ausgehend von der gestellten Aufgabe, den Roboter so zu programmieren, dass dieser durch den selbst gestalteten Parcours gesteuert werden kann, sind kaum Grenzen in der weiteren Gestaltung und Programmierung gesetzt. Da es bei der einleitenden Aufgabe dieser Station viele verschiedene Möglichkeiten der Lösung gibt, können Schülerinnen und Schüler in der Programmierung ihrer Kreativität Ausdruck verleihen.

2 Entwicklungsmethoden

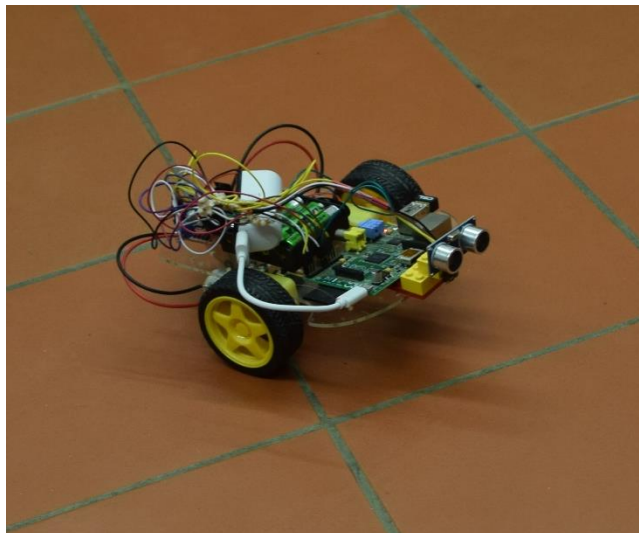


Abbildung 3: Programmierbarer Roboter an Station 3

In diesem Kapitel wird die Vorgehensweise hinsichtlich der Erhebung und Auswertung der Daten der praktischen Durchführung des entwickelten Unterrichtskonzepts dargelegt. Zur Sicherung und Kontrolle einer umfassenden und soliden Forschungsarbeit wurde ein, im Vorfeld gefertigter Evaluationsplan verwendet.

2.1 Methodische Verfahrensweise

Ein Evaluationsplan bietet die Möglichkeit mittels einer Beschreibung der Zielsetzung und der Handlungsweise der Projektevaluation den Erfolg eines Projektes zu definieren, zu erwartende Ergebnisse zu beschreiben oder Aktivitäten aufzulisten, die zu erledigen sind um Ergebnisse zu erhalten. In einem Evaluationsplan wird festgehalten, was evaluiert werden soll, warum es evaluiert wird, wie die Evaluation umgesetzt wird und welche Ergebnisse durch die Evaluation zu erwarten sind (Zarinpoush, 2006).

Die methodische Verfahrensweise dieses Projekts stellt sich wie folgt dar:

1. Erstellung des *Evaluationsplans*.
2. Videografische *Unterrichtsbeobachtung*
3. Quantitative Datenerhebung durch die Befragung der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler mittels *Fragebogen*
4. Qualitative Datenerhebung durch *Interviews* mit den in beobachtender Rolle teilnehmenden Lehrkräfte
5. Quantitative Datenerhebung durch, in einem angemessenen zeitlichen Abstand stattfindende, erneute Befragung der Schülerinnen und Schüler durch einen *Online -Fragebogen*.
6. Auswertung der Daten durch dem Forschungsziel der Datenerhebungsmethode angepasstes Vorgehen.
7. Analyse der Auswertung durch eine *Triangulation der Methoden* zur Erreichung eines ganzheitlichen Bildes.

2.2 Evaluationsplan

Zielsetzung	Fragestellung der Evaluation	Evaluationsquellen und Auswertung	Datum
Es soll ein Unterrichtskonzept geschaffen werden, in dem in der Integration von Making-Aktivitäten Interessen der Schülerinnen und Schüler vielfältig angesprochen werden, um einen alternativen Zugang zu technischen Inhalten (Raspberry Pi) zu bieten.	Wie können technische Inhalte andersartig aufbereitet werden?	Online- Recherche, wie wird der Raspberry Pi eingesetzt? Wie sehen kreative Entwicklungen digitaler Making Produkte aus?	Ende Februar
	Wie versucht die Raspberry Pi-Foundation Inhalte aufzubereiten?		
Es soll durch Rahmenbedingungen und Gestaltung der Lernumgebung eine Umwelt geschaffen werden, die nach Möglichkeit optimale Voraussetzungen für kreatives Gestalten bietet.	Wie sind die Gegebenheiten vor Ort?	Prüfung der Gegebenheiten vor Ort	Anfang März
	Was ist wichtig bei der Gestaltung der Lernumgebung?	Literaturrecherche, Online- Recherche	
	Welche weiteren Rahmenbedingungen braucht es, um ein gute Lernumgebung zu schaffen?	Literaturrecherche hinsichtlich Gruppengröße, sinnvoller Raumeinteilung, etc.	
Es soll ein Angebot geschaffen werden, das trotz freiwilliger Teilnahme eine heterogene Gruppe hinsichtlich Alter und Geschlecht möglich macht.	Wie sollten Inhalte aufbereitet werden um Schülerinnen und Schüler gleichermaßen anzusprechen?	Literaturrecherche, Online Recherche, Beobachtung und Analyse unterschiedlicher Online Inhalte, die	Anfang März

		das Zielpublikum vermeintlich konsumiert	
	Wie kann eine sinnvolle Eingrenzung der potentiellen Teilnehmergruppe aussehen?	Online Recherche, Befragung von Lehrkräften hinsichtlich Erfahrung	
	Auf welche Weise soll die potentielle Teilnehmergruppe über die Veranstaltung informiert werden?	Sondierung der Möglichkeiten, Entwicklung eines Konzepts der Bewerbung und der Teilnahmeanmeldung	
Integration von Experten in den Unterrichtsverlauf zur anschließenden Einschätzung.	In welcher Form sollen Lehrkräfte an der Veranstaltungsform teilnehmen?	Literaturrecherche, Experteninterview	Mitte März
	Wie schätzen Schüler und Schülerinnen den Unterricht ein? Wie bewerten sie diesen?	Fragebogen im Anschluss an die praktische Durchführung	
Analyseaspekt der Unterrichtsdurchführung: Wie wirkt diese Form des Unterrichts auf die Schülerinnen und Schüler längerfristig?	Wie gehen Schülerinnen und Schüler mit den Erfahrungen, die durch die Durchführung des Unterrichtskonzepts gemacht wurden, um?	Gestaltung eines Online Fragebogens.	Mitte April

2.3 Datenerhebungsmethoden im Überblick

Im Folgenden sollen die, in diesem Kapitel bereits eingangs erklärten quantitativen und qualitativen Datenerhebungsmethoden im einzelnen dargestellt werden.

2.3.1 Unterrichtsbeobachtung

Bei der Analyse von Unterrichtsprozessen spielen unterschiedliche Verfahren, die der Forschungsmethode der Beobachtung zugeschrieben werden können, eine zentrale Rolle (Knierim, Gerber & Labudde, 2004). Zum einen wird zwischen einer teilnehmenden und einer nichtteilnehmenden Beobachtungsform (Bortz & Döring, 2007) differenziert und zum anderen wird zwischen der Form einer offenen und der Form einer verdeckten Beobachtung (Bortz & Döring, 2007) unterschieden. Während sich die Form der teilnehmenden Beobachtung nur auf ein Gedächtnisprotokoll zur Analyse stützen kann, bietet die nichtteilnehmende Form ein Beobachtungsprotokoll, welches synchron zur Beobachtung angefertigt werden kann (Bortz & Döring, 2007).

Leider ist es in der Rolle eines Workshop-Leiters organisatorisch nicht möglich als nichtteilnehmender Beobachter zu fungieren. Apparative Beobachtungen erfolgen durch den Einsatz technischer Hilfsmittel, mit denen Videoaufnahmen des Geschehens gemacht werden können (Bortz & Döring, 2007). Diese Art der Observation bietet die Möglichkeit, Geschehnisse wiederholt zu sichten, um bei der Auswertung möglichst viele Details zu registrieren und ein umfangreiches Beobachtungsprotokoll anzufertigen (Bortz & Döring, 2007; Przyborski, Wohlrab-Sahr, 2014). Allerdings wirkt sich diese offene Form der Beobachtung auf das Geschehen aus, da das Verhalten von beobachteten Personen durch die Präsenz einer Videokamera beeinflusst werden kann (Bortz & Döring, 2007).

Um sicherzugehen, dass die dadurch gesammelten Daten so wenig als möglich verfälscht werden, wurden die teilnehmenden Personen bereits im Vorfeld über die Präsenz der Kameras aufgeklärt und gebeten, diese weitgehend zu ignorieren.

Darüber hinaus ist zu erwarten, dass durch den Umstand, dass sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in einer neuen, ungewohnten Lernumgebung¹⁰⁵ bewegen, die Präsenz der Videokamera nicht in dem Maße wahrgenommen wird, wie im Vergleich zu einer Videostudie in einer gewohnten Umgebung wie einem Klassenzimmer.

Des Weiteren muss darauf hingewiesen werden, dass eine Videokamera immer nur eine bestimmte, eingeschränkte Perspektive erfassen kann, die dazu führen könnte, dass wichtige Details des Geschehens übersehen werden. Dem kann, laut Schreier (2006) allerdings durch das Aufstellen mehrerer Kameras aus unterschiedlichen Blickwinkeln entgegengewirkt werden. Bei der Durchführung des Workshops wurde durch den Einsatz von insgesamt vier Kameras, ein besonderes Augenmerk darauf gelegt, ein umfassendes Bild der Aktivitäten und Geschehnisse zu sichern.

In der Umgebung der ersten Station, in der Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit geboten wird, Musik über code-basierte Programmierung zu komponieren, wurde eine Kamera auf einem Stativ erhöht platziert, um in der anderen Ecke auf der Höhe der Saaltür einen möglichst guten Überblick über alle Teilnehmer und Teilnehmerinnen zu erhalten. Das primäre Ziel war das videografische Festhalten des Verhaltens der Schülerinnen und Schüler während der Making-Aktivitäten. Bildschirminhalte, die von dieser Perspektive aus nicht sichtbar sind, können anhand der gesicherten Ergebnisse, gemeinsam mit dem, von der stationsbetreuenden Person angefertigten Beobachtungsprotokoll rekonstruiert werden. Die Anfertigung des Beobachtungsprotokolls durch die Stationsbetreuerinnen und Stationsbetreuer erfolgte in einer formlosen Tabelle (Mangold & Kunert, 2011), in der wichtige Beobachtungen wie der Wechsel einer Station, soziale und arbeitstechnische Verhaltensweisen festgehalten werden sollten. Rechtliche Bestimmungen untersagen eine verdeckte Beobachtungsmethode, in Form eines stillen Videomitschnitts der Bildschirminhalte (Bortz & Döring, 2007). Eine offene Form der Beobachtung wurde für diesen Fall der Anwendung ebenfalls ausgeschlossen, um das Verhalten der Teilnehmerinnen und Teilnehmer auf Grund einer doppelten Belastung nicht weiter zu beeinflussen.

¹⁰⁵ Umgestaltung und alternative Verwendung der Informatiksäle.

Für die zweite Station, die die Möglichkeit bieten sollte, Stop-Motion-Videos zu gestalten, wurden im größten der drei Informatiksäle zwei Videokameras aufgebaut, um die Maker-Aktivitäten, die im Vergleich zu den anderen Stationen viel Bewegung mit sich brachten, aus unterschiedlichen Perspektiven einfangen zu können.

Station drei, in der Scratch-Programmierung eines Roboters in unterschiedlichen Making -Aktivitäten vertieft werden konnte, wurde mit einer Videokamera ausgestattet, die in der Ecke des Raums platziert wurde, um die Aktivitäten an beiden Stationen gemeinsam aufnehmen zu können. Um detaillierte Aufnahmen zu erhalten wurde allerdings, der jeweiligen Situation entsprechend, die Kamera während des Betriebs mehrmals neu ausgerichtet.

2.4 Fragebogen

Die Datenerhebungsmethode des Fragebogens, die in dieser Forschungsarbeit sowohl in schriftlicher als auch in elektronischer Form Anwendung findet, bietet den Vorteil, dass im Vergleich zu anderen Möglichkeiten der Befragung, wie einer face-to-face- Befragung, viele Daten, die auf ein Untersuchungsziel ausgerichtet sind, zeit- und ressourcenschonend abgefragt werden können (Klößner & Friedrichs, 2014). Bei der Gestaltung eines Fragebogens kann zwischen zwei Arten von Fragetypen gewählt werden. Einerseits gibt es geschlossene Fragen, bei denen der Proband/die Probandin unterschiedliche Auswahlmöglichkeiten in Form von geordneten Kategorien zur Verfügung stehen (Atteslander & Cromm, 2003). Andererseits können Fragebögen auch offene Fragen beinhalten, welche den teilnehmenden Personen Platz für eine freie Formulierung ihrer Antworten bieten (Atteslander & Cromm, 2003). Klößner und Friedrichs (2014) geben an, dass das Verhältnis von geschlossenen und offenen Fragen in einem Fragebogen maßgeblich über die Komplexität der Auswertung des Mediums entscheidet. Der für die Evaluation der Schülerperspektive konstruierte Fragebogen besteht überwiegend aus geschlossenen Fragen, da mit diesem Typ eindeutigere Ergebnisse erzielt werden können. Für die Überprüfung der Ergebnisse der Videoanalyse und der in der Einleitung getroffenen Forschungsfragen scheint dieses Vorgehen vorteilhaft.

In der entsprechenden Fachliteratur ist leider nicht eindeutig geklärt, ob die Verwendung einer geraden oder einer ungeraden Anzahl an Antwortmöglichkeiten in der Rating-Skala zu den einzelnen Fragen vorteilhafter ist (Albers, Klapper, Konradt, Walter & Wolf, 2009; Bortz & Döring, 2006). Wie dem Anhang G entnommen werden kann, sind alle geschlossenen Fragen mit vier Möglichkeiten des Ratings versehen, um die Tendenz zu einer neutralen Mitte zu vermeiden. Im Gegensatz zu geschlossenen Fragen ermöglichen offene Fragen, die die befragte Person in ihrer Antwort nicht durch Vorgaben beschränken, ein breites Spektrum unterschiedlicher Perspektiven, die auch Aspekte eröffnen können, die bei der Planung des Fragebogens nicht berücksichtigt wurden (Döring & Bortz, 2016). Aus diesem Grund wurden, wie in Anhang G ersichtlich, auch offene Fragen in den Fragebogen aufgenommen.

2.5 Interview

Für die Evaluation der Lehrerperspektive wurde die Methode der Datenerhebung mittels eines Experteninterviews gewählt. Meuser und Nagel (2009: 465) definieren das Experteninterview wie folgt: „Allgemein gilt das Experteninterview als ein wenig strukturiertes Erhebungsinstrument, das zu explorativen Zwecken eingesetzt wird.“ Gläser und Laudel (2010) ergänzen, dass in Experteninterviews nicht der Experte/die Expertin als Person Gegenstand der Untersuchung ist, sondern seine oder ihre Erfahrung in Bezug auf einen bestimmten Prozess. Diese Personen weisen über eine exponierte Position in Bezug auf den Forschungskontext auf und verfügen über spezifisches Wissen.

Das Interview wurde anhand der Entwicklung eines Leitfadens geplant und durchgeführt. Die Verwendung eines Leitfadens bietet, im Vergleich zu einem standardisierten Fragebogen, den Vorteil der situationsbezogenen Gestaltungsfreiheit durch die interviewende Person (Gläser & Laudel, 2010). Des Weiteren ist durch den Einsatz eines entwickelten Leitfadens gesichert, dass das Interview nicht in eine für das Projekt uninteressante Richtung verläuft und auch nicht unvollständig beendet wird (Gläser & Laudel, 2010).

Anders als geschlossene Fragen nach Fakten, ermutigen offen formulierte Fragen die Interviewten ihre Antworten auszuführen, Erklärungen anzugeben und Details zu erwähnen (Gläser & Laudel, 2010). Aus diesem Grund wurden in dem für diese Studie durchgeführten Interviews der Fokus auf offene Fragen gelegt (siehe Anhang F).

2.6 Auswertung

Um ein möglichst umfassendes, vollständiges und valides Ergebnisbild zu erhalten, erfolgt die Auswertung der Daten durch die Anwendung einer Triangulation der Methoden. Der Vorteil in diesem Vorgehen liegt primär darin, dass die Schwächen einer Forschungsmethode durch die Vorzüge einer anderen Forschungsmethode ausgeglichen werden können. Flick (2004) illustriert in verschiedenen Anwendungsbeispielen (Methodenwahl: Beobachtung und Interview), wie sich die unterschiedlichen Methoden hinsichtlich ihrer Perspektive und Interpretationsmöglichkeiten einander ergänzen. Im Rahmen dieser Arbeit hat sich der Autor für den Einsatz einer Methodentriangulation der (apparativen) Beobachtung, der Befragung der Schülerinnen und Schüler mittels eines Fragebogens und der Befragung der teilnehmenden Lehrkräfte mittels eines Interviews entschieden.

Die Auswertung des video- und photographischen Materials erfolgte in einem ersten Schritt durch die Anfertigung eines strukturierten Beobachtungsprotokolls, welches durch die Gliederung in zuvor festgelegte Kategorien (Verhalten, Handlungen, Gruppendynamik, Sonstiges) eine ganzheitliche Erfassung des Geschehens sicherstellen sollte. Dialoge, die nicht klar verständlich waren, wurden von einer Transkription ausgenommen und sind folglich auch in dem Beobachtungsprotokoll nicht enthalten.

Die Interviews mit den Lehrpersonen wurden transkribiert, wobei auf die Transkription der Betonung der gesprochenen Worte zu Gunsten der Lesbarkeit verzichtet wurde. Entsprechend dem Gebot der Wahrung der Anonymität wurden alle Namen verändert. Darüber hinaus wurde der österreichische Dialekt aus den Gesprächen „gefiltert“ und entsprechende Teile ins Hochdeutsche transformiert.

Die Fragebögen wurden für eine statistische Auswertung in einem Excel-Sheet erfasst. Alle Antworten auf geschlossenen Fragestellungen wurden mit numerischen

Werten zwischen eins und vier versehen, wobei eins der Antwortoption „gar nicht“ und vier der Antwortoption „sehr“ entsprach. Antworten auf offene Fragestellungen wurden in ihrer Formulierung in das Dokument übernommen und hinsichtlich einer positiven oder negativen Ausrichtung kategorisiert.

Die Online–Fragebögen wurden mit der kostenlosen Open-Source-Software Lime Survey¹⁰⁶ auf einem vom Autor gemieteten Webserver¹⁰⁷ gestaltet und umgesetzt. Um eine Mehrfach-Beantwortung in der Umfrage auszuschließen, wurden den Teilnehmern und Teilnehmerinnen Zugangsschlüssel zugeordnet, die einen einmaligen Durchlauf der Befragung garantieren sollten. Auch die statistische Auswertung der erhobenen Daten ist im Umfang der Software enthalten. Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die mehr als 25% der Umfrage nicht beantworteten, wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt.

Ein im Vorfeld verfasster Fragenkatalog wurde in der Auswertung primär auf das Beobachtungsprotokoll angewendet und der Triangulation der Methoden entsprechend, durch die Auswertungen der übrigen Methoden relativiert und ergänzt. Der Fragenkatalog gliedert sich in vier Fragenkomplexe, die die Organisation, soziales Verhalten, Umsetzung der Making-Aktivitäten und den Raspberry Pi (Förderung der Programmierkompetenz) zum Thema hatten. Mit diesem Vorgehen wurde eine umfassende Analyse der vielfältigen Aspekte des Forschungsthemas angestrebt.

¹⁰⁶Vgl. <https://www.limesurvey.org/de/> [abgerufen am 10.05.2016].

¹⁰⁷Im Rahmen der Möglichkeiten erschien ein Hosting bei dem etablierten Unternehmen hoststech [hoststech.at, abgerufen am 10.05.2016] hinsichtlich dem Aspekt der Datensicherheit am sinnvollsten.

3 Forschungsethik

Seit Anfang der 90er-Jahre ist es (auch) in der deutschsprachigen Sozialforschung üblich, Untersuchungen im Rahmen von Forschungsprojekten nur unter der Berücksichtigung von forschungsethischen Fragen durchzuführen (Hopf, 2016). Zur Klärung der Begrifflichkeit der Forschungsethik führt Hopf (2016, S. 195) wie folgt aus:

Unter dem Stichwort „Forschungsethik“ werden in den Sozialwissenschaften im Allgemeinen all jene ethischen Prinzipien und Regeln zusammengefasst, in denen mehr oder minder verbindlich und mehr oder minder konsensuell bestimmt wird, in welcher Weise die Beziehungen zwischen den Forschenden auf der einen Seite und den in sozialwissenschaftliche Untersuchungen einbezogenen Personen auf der anderen Seite zu gestalten sind.

Zwei große Prinzipien bedürfen ihrer Anwendung bei der Planung und Umsetzung forschungsrelevanter Untersuchungen. Zum einen gilt es in der Anwendung des *Prinzips der informierten Einwilligung* Fragen „nach der Freiwilligkeit der Teilnahme an Untersuchungen, [...] oder auch die Frage nach der Zulässigkeit verdeckter Formen der Beobachtung.“ (Hopf, 2016, S. 195) zu klären.

Nach der Klärung der Rahmenbedingungen wurde diesem Prinzip entsprechend, zuerst die Direktorin der schulischen Einrichtung sowohl schriftlich als auch in einem persönlichen Gespräch über das Ziel, den geplanten Verlauf und die geplanten Methoden der Ergebnissicherung informiert und ihre Einwilligung eingeholt. In einem nächsten Schritt wurden die Informatiklehrkräfte, die in beobachtender Rolle an dem Workshop teilnehmen würden, in einem Gespräch über den Verlauf informiert und ihre Zusage zur Teilnahme erbeten. In dritter Instanz wurde die Einwilligung der Schüler und Schülerinnen, die sich für die Teilnahme an dem Workshop entschieden hatten, sowie die ihrer Eltern bzw. Erziehungsberechtigten eingeholt.

Dem Ethik-Kodex (2002, vergleiche S. 13 - 19) entsprechend, der dem Gebiet der Forschungsethik zu Grunde liegt, ist die Teilnahme an der Untersuchung und damit die Teilnahme an dem Workshop freiwillig. Mit dem Angebot unterschiedlicher Anmeldemethoden wurde bei der Bewerbung des Workshops die Freiwilligkeit der Teilnahme herausgestellt. Für eine Teilnahme an dem Workshop war die unterschriebene Einwilligung der Eltern/Erziehungsberechtigten notwendig. Hierzu wurde den Teilnehmerinnen und Teilnehmern vor dem Workshop eine von den

Verantwortlichen zu unterzeichnende Elterninformation übermittelt, die folgende Punkte beinhaltet (Dörnyei, 2007, S.69/70, eig. Übersetzung):

- Titel des Projekts und Name, der für die Studie verantwortlichen Person
- Ziel und Zweck der Studie
- Verlauf des Projekts
- Angewandte Forschungsmethoden
- Information über die Vertraulichkeit und Anonymität der gesammelten Daten
- Hinweis, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig ist

Das Prinzip der informierten Einwilligung schließt eine verdeckte Beobachtung aus. Infolgedessen wurde auch von einem versteckten *Screencast*¹⁰⁸, wie bereits in Kapitel 2.3.1 erwähnt, abgesehen.

Zum anderen, gilt es nach dem Prinzip der Nicht-Schädigung, Fragen nach der Vertraulichkeit und Anonymität der gesicherten Daten und „die Frage nach der Vermeidung von Schädigungen derer, die in Untersuchungen einbezogen werden, oder auch die Frage nach der Zulässigkeit verdeckter Formen der Beobachtung.“ (Hopf, 2016, S. 195) zu klären. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden alle Namen, sowohl jene der Teilnehmerinnen und Teilnehmer, als auch die Namen der betreuenden Personen aus dem vordergründigen Schutz der Persönlichkeitsrechte anonymisiert (Häder, 2015). Es ist in diesem Zusammenhang besonders darauf zu achten, dass die teilnehmenden Personen durch die Veröffentlichung von Ergebnissen dieser Studie keine Nachteile haben. (Hopf, 2016). Durch die Sicherstellung, dass sich die, von den teilnehmenden Lernenden erbrachten Leistungen in keinem Fall negativ auf die Informatiknote auswirken können, wurde dies gewährleistet.

¹⁰⁸Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Screencast> [abgerufen am 02.05.2016].

Teil III – Analyse

Der abschließende Teil dient der Überprüfung des im zweiten Teil entwickelten Konzepts.

1 Durchführung und Analyse des Workshopkonzepts

Ziel dieses Kapitels ist die Analyse der Durchführung des entwickelten Unterrichtskonzepts. Zu Beginn des Kapitels wird ein zusammenfassender, nicht wertender Überblick über die Beobachtungen des Verlaufs gegeben, der als Orientierung für die weitere Analyse dienen soll. Im weiteren Verlauf erfolgen analytische Ausführungen zu den Fragestellungen, die im Umfang eines, im Vorfeld angefertigten, Fragenkatalogs (Anhang B) eine detaillierte Analyse des Unterrichtsgeschehens ermöglichen sollen.

1.1 Raspberry Pi Making -Workshop im Überblick

Basierend auf dem in Kapitel 1.3 geplanten Verlauf des Workshops endete die Phase der *Einführung in den Workshop* mit einem gemeinsamen Rundgang durch die Stationen. Die Videoaufnahmen zeigen, dass sich innerhalb einer Minute alle bis auf einen Teilnehmer, bereits entschieden hatten, an welcher Station sie arbeiten wollten und machten sich auch erkennbar motiviert (lachend und mit schnellem Schritt) auf den Weg zur jeweiligen Station. Vincent¹⁰⁹, der einzige Schüler der sich zu Beginn für die Arbeit an Station 3 (Scratch goes Robot) entschieden hatte, agierte bei der Wahl der Station sichtlich zögerlich. Vier Teilnehmer formierten sich zu einer Gruppe an der zweiten Station (Stop Motion) und nahmen sichtlich unkoordiniert (begutachteten ohne erkennbares System unterschiedliches Material. Quelle: Video) die Arbeit auf. Sechs Teilnehmerinnen und Teilnehmer entschieden sich für die erste Station (Sonic Pi) und verteilten sich in Zweierteams im Saal.

¹⁰⁹Alle Namen wurden entsprechend der Wahrung der Anonymität und Vertraulichkeit geändert.

An der Sonic-Pi-Station schienen die Schülerinnen und Schüler sehr unterschiedliche Zugänge zu wählen, um sich mit der Software vertraut zu machen. Die Aufzeichnungen zeigen, dass Hannah und Michael sehr schnell den Entschluss gefasst hatten, *The Imperial March*¹¹⁰, welches aus dem 1980 erschienenen Film *Star Wars: Episode V – Das Imperium schlägt zurück*¹¹¹ bekannt ist, in der Sonic-Pi-Umgebung zu gestalten, da sie das Thema auf einem ihrer Mobiltelefone aufriefen. Sie schienen wahrscheinlich aus diesem Grund darauf bedacht, die entsprechenden Codesegmente zu finden, die ihnen dies ermöglichen würden. Lily und Alice benötigten, wie in den gesammelten Daten der Videoaufnahmen ersichtlich, etwas Zeit, um sich in ihrer Arbeitsumgebung und in der Handhabung der Software zurechtzufinden. Der beigelegte Cheatsheet schien für diese Teilnehmerinnen als einführende Anleitung für das Programm zu dienen. Die Angaben, die auf dem Sheet abgebildet waren, sollten es den Teilnehmerinnen und Teilnehmern erleichtern, den Einstieg in das Programm zu finden, indem sie zuerst unterschiedliche Befehle in dem Programm auf ihre Funktion hin prüfen konnten. Rita und Hermine ebneten sich ihren Weg in das Programm, indem sie anhand der, in der Software integrierten Beschreibung, das gegebene Codebeispiel veränderten und wiederholt dessen Funktion testeten.

Die vier männlichen Schüler, die sich für die Arbeit an der zweiten Station entschieden hatten, widmeten ihre Aufmerksamkeit umgehend den, für die Gestaltung des Filmsets bereit gestellten Materialien und begutachteten diese ausführlich. Besonders das *Lego* und die Knetmasse waren Materialien erster Wahl. James widmete sich umgehend der Lektüre des beigelegten Cheatsheets, während in den ersten vier Minuten die Raspberry Pi -Arbeitsstation unbeachtet blieb. In Minute 5:00 schien bereits eine stille Abmachung in der Gruppe getroffen worden zu sein, dass sich die Schüler Tom und Oliver der Gestaltung des Filmsets widmen sollten, während sich die Schüler James und Ron mit der Raspberry Pi- Kamera und der Software auseinandersetzen sollten. Die Möglichkeit der code-basierten Aufnahme wurde zu keiner Zeit erkennbar berücksichtigt.

¹¹⁰ Vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/The_Imperial_March#cite_note-1 [abgerufen am 03.05.2016].

¹¹¹ Vgl. <http://www.starwars.com/films/star-wars-episode-v-the-empire-strikes-back> [abgerufen am 03.05.2016].

Wie bereits erwähnt, hatte sich der Schüler Vincent als einziger für die dritte Station entschieden. Durch die Videoaufnahmen ist ersichtlich, dass dieser Teilnehmer sich zügig der einleitenden Anleitung auf dem Cheatsheet widmete und die angegebenen Punkte in der entsprechenden Reihenfolge abarbeitete. Vincent arbeitete konzentriert (fokussiert, ohne Ablenkung) an dem Aufbau der Schaltung, die ihm keine großen Probleme zu bereiten schien, da die Schaltung bereits nach vier Minuten aufgebaut war. Lediglich die Orientierung und Auswahl der, für die Schaltung benötigten GPIO-Pins erwies sich sichtlich als Problem, das etwas Zeit in Anspruch nahm.

Der erste Stationswechsel fand 85 Minuten nach dem Beginn der Arbeitsphase statt. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde an allen Stationen durchgängig gearbeitet und von keinem der teilnehmenden Personen eine Pause eingelegt. Die Schüler der Stop-Motion-Station arbeiteten in einer ausgelassenen Atmosphäre, in der sehr viel gelacht wurde. Oliver nahm über große Strecken nur als Zuschauer oder auch Kommentator von außen am Arbeitsgeschehen der Gruppe teil. Für die Gestaltung der Star Wars - Melodie benötigten Hannah und Michael eine Methode für die Erzeugung von Halbtönen wie einem #fis¹¹². In diesem Zusammenhang wurde die Differenz in der Bezeichnung derselben Note¹¹³ im deutschen und im englischen System deutlich, die weder auf dem Cheatsheet noch in der, in das Programm inkludierten Beschreibung Erwähnung fand. Vincent wechselte nach einer intensiven Arbeitsphase von 55 Minuten, in der er alle auf dem Cheatsheet angegebenen Impulsaufgaben bearbeitet hatte, die Arbeitsstation und widmet sich weitere 45 Minuten dem Roboter.

Nachdem die Schülerinnen Lily und Alice als erste ihre Station wechselten und ohne Pause die Arbeit an der Stop-Motion-Station aufnahmen, wechselten in einem Zeitraum von 15 Minuten alle Schülerinnen und Schüler ihre Station. Dabei vollzog sich der Wechsel dahingehend, dass alle teilnehmenden Personen, die bis zu diesem Zeitpunkt an der ersten Station verweilten, sich nun der zweiten Station widmeten und alle Schüler die bis zu diesem Zeitpunkt an der zweiten Station verweilten, sich nun der ersten Station widmeten. Vincent wechselte 100 Minuten nach Beginn der Arbeitsphase von der dritten Station zur zweiten. An der Station drei arbeitet ab diesem Zeitpunkt für die nächsten 30 Minuten niemand.

¹¹² Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Fis-Dur> [abgerufen am 02.05.2016].

¹¹³ Vgl. https://de.wikibooks.org/wiki/Musiklehre:_Das_Problem_mit_dem_Notennamen_H [abgerufen am 02.05.2015].

Auch Hannah und Michael wechselten eine Minute nach dem ersten Stationswechsel zur zweiten Station und nahmen umgehend die Arbeit auf. Sowohl das Team, welches aus den Schülerinnen Lily und Alice bestand, als auch dieses Team, blieben in ihrer gewohnten Formation und beanspruchten jeweils eine eigene Arbeitsstation. Die Aufnahmen zeigen, dass die teilnehmenden Personen beider Stationen in einem ersten Schritt das zur Verfügung stehende Material, das für die Gestaltung des Filmsets gedacht war, begutachteten. Lily und Alice entschieden sich zügig für das Material *Fischer Technik* und begannen mit der Gestaltung einer Stativvorrichtung auf der die Raspberry-Pi-Kamera befestigt werden sollte, da es bei Stop-Motion-Aufnahmen wichtig ist, dass die aufnehmende Kamera einen festen Standpunkt nicht verlässt.

Hannah und Michael schienen mit der Auswahl des richtigen Materials und mit der Entwicklung einer Idee für eine Geschichte, die in dem Film erzählt werden könnte, Schwierigkeiten zu haben, da beobachtet werden konnte, dass sie über weite Strecken schweigend auf ihren Plätzen saßen und das vor ihnen liegende Lego betrachteten. 13 Minuten nach ihrem Stationswechsel hatten sie nach wie vor sichtlich ein Problem mit der Bewältigung der stationsbezogenen Aufgaben und legten aus diesem Grund eine Pause von sechs Minuten ein. Allerdings war auch in den folgenden 17 Minuten nach der Pause Ratlosigkeit und ein wahrscheinlich damit einhergehendes, sich langsam aufbauendes Motivationstief das primäre Problem, mit dem diese Schülerin und dieser Schüler zu kämpfen hatten. Auch die Tatsache, dass sich Vincent fünf Minuten, nachdem Hannah und Michael von der Pause zurückgekehrt waren, der Gruppe anschloss, führt zu keiner erkennbaren Verbesserung der Situation.

Die Arbeitsstation, der sich Rita und Hermine, jene Schülerinnen, die als letzte von der ersten Station zur zweiten wechselten, widmeten, wies leider einen technischen Fehler auf, der den Raspberry Pi mehrmals abstürzen ließ. Ein Kabelbruch, der für eine mangelhafte Spannungsversorgung der Platine verantwortlich war, wurde durch den Tausch des Kabels vom Workshopleiter behoben. In der Zeit der Behebung des technischen Fehlers, widmeten sich Rita und Hermine bereits der Gestaltung einer Halterung für die Kamera, was ein Hinweis für eine nach wie vor hohe Motivation sein könnte. Auch sie entschieden sich, unter Absprache mit den Schülerinnen Lily und Alice, für die Nutzung von Fischer -Technik für ihre Gestaltung.

James und Ron wechselten umgehend, nachdem der große Stationenwechsel begann, von Station zwei zu Station eins und nahmen sofort ihre Arbeit auf. Tom und Oliver legten eine Pause von 5 Minuten ein und begutachteten im Anschluss erst die Arbeit ihrer Kollegen, bevor sie selbst an einer der Sonic-Pi-Arbeitsstationen tätig wurden. James war zu dieser Zeit noch mit der Lektüre des Cheatsheets beschäftigt, während Oliver die Programmierumgebung einer näheren Betrachtung unterzog. Die vier Teilnehmer tauschten sich etwas mehr als eine Minute über die Wahl der Musikrichtung und mögliche Melodien, die gestaltet werden könnten, aus. Danach wechselten Tom und Oliver zu einer eigenen Sonic Pi -Station und begannen damit, unterschiedliche, auf dem Cheatsheet befindliche Code-Stücke, auf ihre Funktion hin zu testen. Die Lehrperson, die diese Station betreute, gab diesen Schülern einleitende Instruktionen, in dem sie auf die Namensdifferenz in der Benennung der Noten hinwies, und auf die, auf dem Cheatsheet befindliche Beschreibung des *play*-Befehls aufmerksam machte. Die Videoaufnahmen dieser Schüler lassen vermuten, dass Oliver bereits für sich den Entschluss für eine Melodie, die er gestalten möchte, gefasst zu haben schien, da er leise begann das Harry Potter Theme¹¹⁴ vor sich hinzupfeifen. Die Schüler in der Umgebung reagierten allerdings kaum auf diese melodische Einlage.

Um 16:20 meldet sich Michael beim Workshopleiter und bei den am Workshop teilnehmenden Fachlehrern wegen gesundheitlicher Probleme ab und verließ den Workshop. Hannah, jene Schülerin, die mit Michael im Team gearbeitet hatte, beobachtete 10 Minuten lang Lily und Alice, die die Kulissen für ihr Filmset gestalteten. In einem scheinbar fließenden Prozess, dessen zeitliche Abgrenzung nicht genau bestimmbar ist, begann sie sich in das Gruppengeschehen einzubringen und an der Entwicklung des Films teilzunehmen.

Vincent hingegen konnte sich nach seinem Stationenwechsel von der *Scratch goes Robot* -Station zur *Stop-Motion* -Station schwer in das Stationsgeschehen einbringen. Er versuchte sich zuerst in das Team von Hannah und Michael einzubringen, die allerdings sichtlich mit Ideenlosigkeit und Motivationsproblemen zu kämpfen hatten. Als sich diese Personen allerdings abermals für eine Pause entschieden und den

¹¹⁴Vgl. https://en.wikipedia.org/wiki/Harry_Potter_and_the_Philosopher's_Stone_%28soundtrack%29 [abgerufen am 04.05.2016].

Raum verließen, erkundete Vincent das Angebot an der Sonic-Pi-Station, die er allerdings bereits nach 30 Sekunden wieder verließ. Danach versuchte er sich in das Team von Rita und Hermine einzubringen. Während die Schülerinnen mit der Gestaltung einer Kulisse beschäftigt waren, widmete sich Vincent dem Umgang mit der Stop-Motion-Software. Nach 9 Minuten wechselte Vincent allerdings abermals die Arbeitsstation und widmete sich der Entwicklung einer eigenen Filmidee. Er arbeitete konzentriert (sichtlich fokussiert, ohne Ablenkung und durchgehend) und investierte wenig Zeit in die Gestaltung der Kulisse, die er mit *Lego* vornahm.

35 Minuten später wechselten James und Ron von Station 1 zu Station 3 und konzentrierten sich auf das Cheatsheets und den Aufbau der Schaltung. Tom und Oliver folgten den beiden 15 Minuten später und die vier Teilnehmer arbeiteten von diesem Zeitpunkt an in der, bereits von den Aktivitäten an der zweiten Station (Stop Motion) bekannten, Gruppenformation weiter.

Tom schien in dieser Formation die treibende Kraft bei der Lösung der Aufgaben zu sein, während der Rest der Gruppe abgelenkt zu sein schien. James und Oliver beteiligten sich über weite Strecken nicht an der Gestaltung der Schaltung, sondern schienen sich eine kurze Pause zu gönnen, in der sie ihr Handy für private Zwecke nutzten. Ron brachte sich in beratender Weise in das Gruppengeschehen ein, während Tom auch bei der Programmierung den aktiven Part der Gruppe darzustellen schien. Möglicherweise auf Grund der scheinbar stetig absinkenden Motivation brachte sich die betreuende Person in das Gruppengeschehen ein und motivierte die Schüler auch zu einem Wechsel der Arbeitsstation innerhalb von Station 3, um bei einer alternativen Aufgabenstellung vielleicht größeres Interesse der Schüler hervorzurufen. Auch hier war es der Schüler Tom, der sich am aktivsten in die Gestaltung der Programmierung zur Steuerung des Roboters einbrachte. Die Aufnahmen zeigen nun allerdings, dass auch James seine aktive Beteiligung mit zunehmender Entwicklung der Programmierung verstärkte. Ron und Oliver verharrten in einer beobachtenden Rolle, schienen jedoch sehr am Aufbau des Roboters interessiert zu sein, da sie der betreuenden Lehrperson einige Fragen dazu stellten.

15 Minuten vor dem Ende der Arbeitsphase wechselten auch die Schülerinnen Hannah, Lily und Alice von Station zwei zu Station drei. Hier schienen sie allerdings nur in einer beobachtenden Rolle an dem Geschehen der Station teilzunehmen. Ebenfalls 15 Minuten vor dem offiziellen Ablauf der Arbeitszeit übernahm James den aktiven Part in der Gruppe und versuchte die Programmierung der Steuerung zu verfeinern. Er arbeitete ab diesem Zeitpunkt sehr konzentriert, während der Rest der teilnehmenden Personen, bis auf Oliver, auf Stühlen Platz genommen hatte und das Geschehen ruhig aber sichtlich interessiert und mit ermunternden Zurufen beobachtete. Besonders durch unterschiedliche verbale Beiträge von Ron und Oliver wirkte die Stimmung in der Gruppe ausgelassen.

Um 17:05 Uhr war die Arbeit an Station 1 und an Station 2 beendet. Fast alle Schülerinnen und Schüler hatten auf Nachfrage des Workshopsleiters diesem ihr geschaffenes Produkt für die abschließende Präsentation überlassen. Die teilnehmenden Personen versammelten sich im Informatiksaal, in dem Station drei aufgebaut war und beobachtete den Roboter, der durch einen kleinen, von Oliver gestalteten Parcours aus Karton manövriert wurde. Vincent, der Schüler, der zu Beginn der Arbeitsphase unterschiedlichen Aufgaben in dieser Station nachgegangen war, interessierte sich sehr für den alternativen Weg der Programmgestaltung, den James und Tom entwickelt hatten.

Abschließend wurden die gestalteten Werke der Schüler und Schülerinnen präsentiert und ein kurzer Fragebogen an die Lernenden ausgeteilt. Die Stimmung zu dieser Zeit war ausgelassen und entspannt. Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen schienen sichtlich stolz auf ihre Leistung zu sein und verließen mit ihrer geschaffenen Arbeit, welche die meisten zuvor auf ihre mitgebrachten USB-Sticks transferiert hatten, den Workshop.

1.2 Analyse des Workshop-Geschehens anhand von Fragestellungen

Hauptforschungsfrage: Wie können Making- Aktivitäten unter der Verwendung eines Raspberry Pi in den Schulunterricht Einzug erhalten?

Reaktion der Teilnehmerinnen und Teilnehmer auf die Lernumgebung

(1) Welche Stationen sind stärker frequentiert? Wie häufig wechseln Schülerinnen und Schüler die Station? Wie lange bleiben sie an einer Station?

Im Verlauf des Workshops zeichnete sich deutlich ab, dass die beiden Stationen, in denen multimediale Inhalte angeboten wurden, stärker frequentiert waren, als jene, in der der Fokus auf dem technischen Aspekt lag. So wurden insgesamt 740 Minuten an der zweiten Station verbracht, 690 Minuten an der ersten Station und, im Vergleich dazu, nur 295 Minuten an Station drei, die Schaltkreisgestaltung und Scratch-Programmierung zum Inhalt hatte. Durchschnittlich verbrachten die teilnehmenden Personen die meiste Zeit, nämlich 69 Minuten, mit der code-basierten Gestaltung von Musik, durchschnittliche 67,27 Minuten mit der Gestaltung eines Stop-Motion-Films und durchschnittliche 36,88 Minuten bei der erwähnten Gestaltung von elektronischen Schaltungen und der Programmierung einer Roboter- Steuerung. Die betreuende Fachlehrkraft von Station drei, Mag. Smith¹¹⁵ erklärte diese unterschiedlich hohe Frequentierung wie folgt:

Multimediale Inhalte funktionieren an dieser Schule besser, weil die Schüler, die eben technisch interessiert sind, nicht an dieser Schule bleiben. Sie wechseln in eine HTL und die [Schüler] werden in der Oberstufe nicht angetroffen. Würde dieser Workshop in einer vierten Klasse veranstaltet werden, könnte ich mir vorstellen, dass bei der Robotik einige mehr darauf ansprechen würden. (Quelle: Interview)

Die Auswertung der Fragebögen unterstützt die Einschätzung der Lehrperson zu großen Teilen. Während sich 8 von 10 Schülern selbst als ‚sehr‘ oder ‚eher mehr‘ technisch interessiert einschätzten, sank die Tendenz des Interesses hinsichtlich der an der Schule angebotenen MINT-Unterrichtsfächer. Besonders die Inhalte des Unterrichtsfachs Mathematik interessierten 5 von 8 Schülerinnen und Schüler nur wenig bis gar nicht. Auch der vier Wochen nach der Veranstaltung des Workshops

¹¹⁵Name geändert.

durchgeführte Online-Fragebogen bestätigte, wenn auch nicht so deutlich, die Angaben der Schülerinnen und Schüler, indem sich 62,5 % der teilgenommenen Personen selbst als ‚sehr‘ oder ‚eher mehr‘ technisch interessiert einschätzten.

6 von 10 Personen gaben an, ein Musikinstrument zu spielen. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass diese Personen ein musikalisches Interesse aufweisen und Erfahrungen und Kenntnisse in musikalischen Systemen besitzen. Ebenfalls 6 von 10 Personen gaben an, dass sie eine (digitale) Kamera besitzen. Der Besitz einer Kamera in der Form eines, in einem Smartphone verbauten Moduls wurde bei dieser Frage ausgenommen. Auch bei dieser Fragestellung kann der Schluss gezogen werden, dass die Mehrzahl der teilgenommenen Schülerinnen und Schüler bereits einen grundsätzlichen Erfahrungsschatz im Umgang mit Aufnahmetechniken besitzen und auch ein grundlegendes Interesse in diese Richtung haben. Ausgehend von diesen erhobenen Daten könnte die stärkere Frequentierung der multimedialen Stationen nachvollzogen werden. Die Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler wiesen, neben dem Interesse an dem Workshop, das sich auch in ihrer freiwilligen Teilnahme ausdrückte, ein zusätzliches Interesse in dem Gebiet der Musik und der Filmografie, wenn dieses auch nur auf die Erfahrung mit fotografischen Aufnahmetechniken gründete, auf. Es kann davon ausgegangen werden, dass dieses Interesse die Wahl der Station zu Teilen beeinflusst hat.

Vincent, der nach 100 Minuten von der dritten Station wechselte, hatte Probleme sich in einer anderen Station einzufinden. Auf der Sonic-Pi-Station verbrachte dieser Schüler in Summe 30 Sekunden, in denen er die Arbeitsstation einer knappen Betrachtung unterzog und danach wieder auf die Stop-Motion-Station zurückwechselte. Auf einem im Anschluss an den Workshop ausgefüllten, Fragebögen ist vermerkt, dass kein Interesse an Musik bestehe und deshalb die Sonic Pi -Station der ausfüllenden Person auch nicht so zugesagt habe. Dieselbe Person hatte im Rahmen dieser Befragung auch angegeben, kein Instrument zu spielen und keine Kamera zu besitzen. Diese Angaben stützen die, in diesem Abschnitt getroffenen Schlussfolgerungen und könnten eine Erklärung für Vincents Unentschlossenheit sein.

(2) Ist ein ausschlaggebender Grund ersichtlich, der Schülerinnen und Schüler zu einem Stationswechsel veranlasst?

Die Aufnahmen und angefertigten Beobachtungsprotokolle der betreuenden Lehrkräfte zeigen, dass in Summe 20 Wechsel der Stationen vorgenommen wurden. Schülerinnen und Schüler verweilten zwischen 100 Minuten und 30 Sekunden auf einer Station. Durchschnittlich arbeiteten die Personen 57,71 Minuten an einer einzigen Station, was den Schluss zulässt, dass sich diese in diese bestimmten Aufgaben tiefer einarbeiteten.

Mit zunehmender Dauer des Workshops erhöhte sich allerdings die Frequenz der Stationswechsel. Eine mögliche Erklärung für den schnelleren Wechsel könnte der differenzierte Einarbeitungsaufwand der drei Stationen sein. Während man bei Stop-Motion schnelle Ergebnisse und dadurch entstehende Erfolgserlebnisse bekommt, mussten die Lernenden sich sowohl bei der Sonic Pi, als auch bei der Scratch-goes-Robot-Station erst in die Programmiersprache und Programmierumgebung einarbeiten und diese kennenlernen. Schnelle Erfolge waren dadurch nicht ersichtlich und könnten mögliches Interesse für diese Stationen verringert haben.

Auf Grund dieser Annahme kann anhand der Beobachtung der Aktivitäten während des Workshops und der gestalteten Ergebnisse, die Tom und Oliver an der Sonic-Pi-Station produziert hatten, vermutet werden, dass die Schüler eine Idee für ein Musikstück, das sie komponieren wollten gefasst hatten, aber sich im Umgang mit dem Programm nicht schnell genug erste Erfolgserlebnisse einstellten und sie deshalb nach 35 Minuten beziehungsweise nach der Verfassung von lediglich 16 Zeilen Code die Station wieder verließen. Auch das Harry Potter- Theme, das Oliver an der Station immer wieder minutenlang pfeifend von sich gab, konnte in ihrem arrangierten Musikstück nicht wirklich wiedererkannt werden.

Darüber hinaus kann auch auf der Grundlage einiger aufgezeichneter körpersprachlicher Signale gemutmaßt werden, dass die Schüler Tom und Oliver an dieser Station mit einem Motivationstief zu kämpfen hatten. So wurden sie in den eben angesprochenen 35 Minuten als unkonzentriert wahrgenommen, das sich besonders auf der Grundlage, dass sie sich sehr oft zu ihren Mitschülern, die eine Reihe hinter ihnen arbeiteten, umdrehten und das Gespräch suchten, ergibt. Des Weiteren ist es möglich, dass auch das Hantieren mit ihren Smartphones, welche in diesem Fall, wie

aus den Aufzeichnungen hervorgeht, eindeutig nicht für projektbezogene Zwecke benutzt wurden, als ein charakteristisches Signal für Motivationslosigkeit und ein ‚Abdriften‘ von den Workshopinhalten gewertet werden kann.

Darüber hinaus bildet der Vergleich der Körperhaltung der beiden Teilnehmer während der Aktivitäten an der Stop-Motion-Station und an dieser Station ein Indiz für Motivationslosigkeit. Dies gründet sich darin, dass sich die Körpersprache der Teilnehmer an der zweiten Station in einer, über lange Phasen hinweg aufrechten Sitzhaltung ausdrückte, während an der Sonic-Pi-Station die beiden Schüler zurückgelehnt in ihren Stühlen vor der Arbeitsstation saßen, jegliche Körperspannung verloren hatten und auf den Autor einen müden und inspirationslosen Eindruck machten.

Des Weiteren muss auch der Zeitpunkt des Workshops für mögliche Abschwächungen der Motivation und vielleicht daraus folgende Stationenwechsel bedacht werden. 3 der 10 teilnehmenden Personen gaben in der, an den Workshop anschließenden Befragung an, dass sich der gewählte Zeitpunkt des Workshops, der im Anschluss an einen Schultag stattfand, für sie nicht als ideal erwies, da sie mit zunehmender Müdigkeit zu kämpfen hatten, die sich ihrer Meinung nach bei einem Workshop am Vormittag hätte vermeiden lassen können. Die Daten lassen darauf schließen, dass sowohl der gewählte Zeitpunkt des Workshops nach der eigentlichen Unterrichtszeit, als auch der Schwierigkeitsgrad des Einstiegs in die jeweiligen Stationen und der damit verbundene Erfolg eines angemessenen Outputs einen Einfluss auf die Motivation der Schüler und Schülerinnen ausgeübt haben könnte.

(3) An welchen Stationen fällt es Schülerinnen und Schüler schwerer, sich in die Aufgabe einzuarbeiten? Worin bestehen die Probleme? (Methode, Software, Material, Anleitung)

Zwei Personen gaben in den Fragebögen an, dass sie Probleme in der Orientierung in der Sonic Pi -Software hatten und dass sie sich etwas mehr Erklärung gewünscht hätten. Auch die videografische Beobachtung dieser Station legte nahe, dass besonders die Schülerinnen Rita und Hermine sehr viel Zeit für die Orientierung und Testung unterschiedlicher grundlegender Funktionen in der Software verwendeten.

Dennoch wurden im Vergleich zu den Arbeiten anderer Teams weder mehr, noch schwierigere Befehle beim Arrangieren ihres Musikstücks verwendet.

Dies könnte darauf hinweisen, dass diese Schülerinnen Probleme in der Bearbeitung der Aufgaben an dieser Station hatten. Mag. Higgs erwähnt im Interview allerdings, dass die Teilnahme dieser Schülerinnen an dem Workshop unerwartet war, da sie bisher eigentlich selten Interesse in Richtung Informatik bekundet hätten. In diesem Zusammenhang ist sich die Lehrkraft auch sicher, dass diese beiden Teilnehmerinnen zuvor noch nie mit einer code-basierten Programmierung zu tun hatten. So eine Einschätzung legt nahe, dass diese Schülerinnen im Umgang mit der Software einen erhöhten Lernbedarf aufwiesen und sich deshalb auch vermehrt mit Problemstellungen konfrontiert sahen. Bei der Beobachtung der anderen Stationen konnten keine eindeutigen Probleme im Umgang mit den gestellten Aufgaben ausgemacht werden.

*(4) Wird an bestimmten Stationen tendenziell
produktorientierter/ergebnisorientierter gearbeitet?*

Station 3, die sich im Setting von den anderen Stationen unterschied, bot eine Lernumgebung und Aufgabenstellung, die das ergebnisorientierte Arbeiten besonders förderte. Auch wenn in der Konzeption der ersten Arbeitsphase dieser Station, nach der Bearbeitung einer anleitenden Einführung die weitere, freie Gestaltung unterschiedlicher Schaltungen inklusive ihrer Programmierung gefordert wurde, schienen die gestellten Impulsaufgaben diese freie Gestaltung zu begrenzen. Vincent wechselte die Arbeitsstation nach Fertigstellung der letzten Aufgabe. Im Rahmen der Beobachtung konnte nicht festgestellt werden, ob dieser Schüler eine weitere Gestaltung an der Station zu irgendeinem Zeitpunkt in Betracht gezogen hatte und ihn, zum Beispiel einfache Neugierde auf ein neues Projekt, die Arbeitsstation wechseln ließ, oder ob für ihn mit der Bearbeitung der letzten Impulsaufgabe die Arbeit an der Station beendet war und er deshalb einen Wechsel vornahm.

Auch die Gestaltung einer Programmierung für die Steuerung des Roboters war eindeutig ergebnisorientiert und ließ Schülerinnen und Schüler auch genau auf diese Aufgabe hinarbeiten. Ein technisches Gebrechen ließ den Betrieb und die

Programmierung des Sensors, der der Entfernungsmessung diene, nicht zu. Dennoch wurde auch von keinem einzigen Teilnehmer die Gelegenheit wahrgenommen, eine Modifizierung des Roboters zum Beispiel durch den Aufbau von LEDs vorzunehmen.

Auch die Schülerin Hannah und der Schüler Michael schienen an der Sonic-Pi-Station von Beginn an sehr produktorientiert zu arbeiten. Der Entschluss, den Imperial March zu imitieren, war sichtlich schnell gefasst und blieb Ziel ihrer Bearbeitung. Obwohl die Erreichung ihres Ziels durch das Hindernis der sprachlich bedingten, unterschiedlichen Bezeichnungen für dieselbe Note, erschwert wurde, hielten sie an diesem fest.

An der Stop-Motion-Station wurde, mit Ausnahme von Vincent, materialorientiert gearbeitet. Teilnehmende Personen begutachteten zuerst das Material für die Gestaltung des Filmsets, wählten dann ein Material und begannen mit der Gestaltung der Filmkulissen und des Filmsets. Erst im Rahmen dieser Gestaltung schien sich auch langsam eine Filmgeschichte zu entwickeln. Vincent hingegen schien bereits bei der Begutachtung des Materials eine Filmgeschichte zu entwickeln und in weiterer Folge ergebnisorientiert an der Gestaltung dieses Produkts zu arbeiten.

1.3 Sozialverhalten und Gruppendynamik

(5) Wird tendenziell mehr in Gruppen oder einzeln gearbeitet?

Die Analyse der videografischen Beobachtung ergab, dass bis auf den Schüler Vincent, der die ersten 100 Minuten und die letzten 35 Minuten digitale Produkte allein gestaltete, alle teilnehmenden Personen durchgängig in Gruppen an den Stationen arbeiteten. Bei der Bildung der Gruppen schienen bereits im Vorfeld gefestigte soziale Strukturen für den zügig verlaufenden Gruppenfindungsprozess verantwortlich zu sein. Es wurden zu Beginn der Arbeitsphase keine klassenübergreifenden Gruppen gebildet. Das bedeutet, dass sich alle Teammitglieder in ihrer Gruppe zumindest aus dem Klassenverband kannten. Vincent nahm als einziger Schüler an dem Workshop teil, ohne jemand aus dem Klassenverband zu kennen.

Die vier Schüler, die sich zu Beginn der Arbeitsphase an der Stop-Motion-Station zu einer Arbeitsgruppe formiert hatten, schienen wie alle Teilnehmer in ihrer

Gruppenformationen bestehen bleiben zu wollen, auch wenn die Organisation der Lernumgebung der Sonic-Pi-Station dies nicht zuließ. Also bildeten die Schüler James und Ron eine Gruppe und Tom und Oliver eine zweite, die an einer eigenen Arbeitsstation arbeiteten. Als die Schüler James und Ron jedoch einen Wechsel der Station vornahmen, beendeten in einem zeitlichen Abstand von 15 Minuten auch die Schüler Tom und Oliver ihre Arbeit, um denselben Stationswechsel vorzunehmen. Auch die Beobachtung, dass die vier Schüler, obwohl sie in Zweier-Teams an unterschiedlichen Arbeitsstationen unterschiedliche Projekte bearbeiteten, lässt die Annahme zu, dass die Schüler auch an dieser Station gerne in der von ihnen ursprünglich gewählten Gruppenformation bestehen geblieben wären.

(6) Wie wirken sich Making-Aktivitäten auf das Sozialverhalten der Schüler aus?

In diesem Zusammenhang gilt es sehr unterschiedlich kategorisierbare Beobachtungen zu analysieren. Gruppendynamisch betrachtet, wurde über weite Strecken des Workshops dieselbe Gruppenordnung aufrechterhalten und Aufgaben durchwegs gruppenzentriert bearbeitet. Die Schülerin Hannah und der Schüler Michael wechselten um 15:41 Uhr, also 85 Minuten nach Beginn der Arbeitsphase, von der ersten auf die zweite Station, hatten aber sichtlich Probleme bei der Entwicklung einer Filmgeschichte und einem damit einhergehenden Set. Beide Teilnehmer saßen auf ihren Plätzen, besprachen sich kaum, betrachteten inspirationslos das vor ihnen am Tisch liegende *Legó* und unternahmen keine weiteren Tätigkeiten.

Nach 13 Minuten entschied sich Michael für das Einlegen einer Pause und verließ den Raum für 6 Minuten. Hannah folgte ihm, kehrte aber bereits nach zwei Minuten wieder in den Raum zurück. Wortlos stellte sie sich zu einer anderen Stop-Motion-Arbeitsstation, an der die Schülerinnen Lily und Alice konzentriert mit der Gestaltung eines Filmsets beschäftigt waren. In den folgenden vier Minuten konnte beobachtet werden, dass sich Hannah immer wieder nach vorne beugte, um die gestaltete Kulisse besser sehen zu können. In diesem Zusammenhang wurde vermutet, dass die Schülerin durch diese Handlung ihr Interesse an dem Produkt der Mitschülerinnen bekundete. Innerhalb dieser vierminütigen Phase zeigte sich, dass Hannah nach 3:31 Minuten zu schmunzeln begann und mit den Gestalterinnen ein kurzes Gespräch führte. Auf Grund der allgemeinen Geräuschkulisse war es für den Autor leider nicht

möglich, den Gesprächsinhalt genau zu rekonstruieren. Allerdings kann unter Einbezug der zuvor getätigten Körpergestik und der Tatsache, dass alle drei Schülerinnen ihren Blick auf das sich in der Gestaltung befindliche Produkt gerichtet hatten, davon ausgegangen werden, dass sich der Inhalt des Gesprächs auf das Produkt und die Gestaltung dessen bezogen hatte.

In diesem Zusammenhang wird auf das in Kapitel 2.2 ausgefaltete Share-Prinzip verwiesen, dessen charakteristische Merkmale hier eindeutig wiedererkannt werden konnten. Wie bereits in diesem Kapitel erwähnt, erklärt Hatch (2013), dass die Frage nach dem gestalteten Produkt oder dem Entwicklungsprozess an diesem Produkt, Menschen sehr schnell ins Gespräch bringt und einen stärkeren Austausch von Ideen forciert.

Nach vier Minuten verließ Hannah allerdings diese Gruppe und wechselt zu der anderen Gruppe, die an der dritten Stop-Motion-Arbeitsstation eine Kulisse aus Lego gestaltete und sich aber zu gleich auch bereits mit der Positionierung der Kamera beschäftigte. Auch hier stellte sich die Schülerin wortlos zu den an der Station arbeiteten Personen, wechselte mehrmals ihre Position, um den Gestaltungsprozess aus mehreren Blickwinkeln zu sehen, verließ aber nach etwas mehr als einer Minute die Station wieder, kehrte zu Lily und Alice zurück und nahm das Gespräch wieder auf.

Eine Minute später kehrte Michael von seiner Pause zurück, gesellte sich zu Hannah und baute sich umgehend in das Gruppengespräch ein. 4 Minuten später verließ Michael allerdings die Station wieder, während sich Hannah bereits sichtlich vertieft in einem Gespräch mit den Schülerinnen Lily und Alice befand. Sie nahm zwar nicht aktiv am Gestaltungsprozess teil, schien aber dennoch bereits in das Gruppengeschehen involviert zu sein. Der Beschreibung dieser Beobachtung entsprechend scheint das eben genannte Share-Prinzip in Form eines gruppendynamischen Prozesses Anwendung gefunden zu haben. Eine gruppenfremde Person bekundet Interesse an dem sich in der Gestaltung befindlichen Produkt, involviert die gestaltenden Personen in ein Gespräch und wenig später hat es bereits den Anschein, als sei die Person in das Gruppengeschehen eingebunden.

Um 16:20 Uhr verließ der Schüler Michael auf Grund gesundheitlicher Probleme den Workshop. Die Schülerin Hannah, die bis zu diesem Zeitpunkt stationsgebundene Aufgaben mit Michael im Zweierteam bewältigt hatte, wendete sich erneut der Gruppe um Lily und Alice zu, in dessen Gruppengeschehen sie sich bereits durch einen verbalen Austausch eingebracht hatte. Es konnte beobachtet werden, dass sich die Schülerin dem gleichen Vorgehen bediente, wie bereits zuvor beschrieben und sich erneut von einer beobachtenden Perspektive über ein Gespräch intensiver in diese Gruppe einbrachte. Nach 6 Minuten brachte sich die Schülerin in weiterer Folge auch aktiv in das Geschehen ein, indem sie sich auf die Suche nach geeignetem Material für die weitere Gestaltung machte. Um 16:48 nahm die Schülerin in weiterer Folge an der Station Platz und beteiligte sich intensiv am Geschehen. Es ist leider nicht möglich im Verhalten der Schülerin einen genauen Zeitpunkt zu definieren, an dem sich die Schülerin der neuen Gruppe zugehörig fühlte und sich entschlossen hatte, aktiv an deren Geschehen teilzunehmen. Es wird allerdings vermutet, dass dieser Punkt spätestens mit der Aktion des ‚Sich-Dazu-Setzens‘ erreicht war.

Vincent, der einzige Schüler, der sich auch altersmäßig vom Rest der Gruppe differenzierte, hatte besonders nach seinem Stationswechsel um 15:55 Uhr Probleme, sich an der zweiten Station zurechtzufinden. Zum Zeitpunkt seines Stationswechsels waren alle Arbeitsstationen von anderen Teilnehmern und Teilnehmerinnen belegt. Also unternahm Vincent den Versuch, sich einer Gruppe anzuschließen und entschied sich für die Gruppe, die aus der Schülerin Hannah und dem Schüler Michael bestand, die zu diesem Zeitpunkt inspirationslos und ohne aktive Tätigkeit an ihrer Station saßen.

Die Videoaufnahmen zeigen, dass Vincent in der Zeitspanne von zwei Minuten nach seinem Eintreffen an der Station das gestaltete Filmset und den Inhalt des Bildschirms aller drei Stationen einer Betrachtung unterzog, sich infolgedessen der Station von Hannah und Michael näherte, ein Gespräch eröffnete und innerhalb der folgenden 30 Sekunden an der Station Platz nahm. Es konnte in weiterer Folge auf Grund der Beobachtung vermutet werden, dass das Gespräch allerdings von den restlichen Gruppenteilnehmern nicht erwidert wurde und deshalb sehr schnell ein Ende fand.

Nach neun Minuten, in denen keine erkennbaren Fortschritte in der Entwicklung eines Projekts geleistet wurden, stand Vincent allerdings wieder auf, wechselte seine Position, verblieb aber noch weitere zwei Minuten an der Station, bevor er zur Arbeitsstation von Rita und Hermine wechselte und den Prozess des Gestaltens der beiden Mitschülerinnen wortlos beobachtete.

Als Hannah und Michael in den folgenden Minuten ihre Station verließen um eine Pause einzulegen, wechselte Vincent wieder zu dieser Arbeitsstation und begutachtete die Kamera, die Software und das sich am Tisch befindliche *Lego*. Die Aufnahmen zeigen, dass der Schüler unterschiedliche Experimente mit der Kamera unternahm, aber während dieser Phase mehrmals auch das Geschehen an den anderen Stationen beobachtete. Nach 5 Minuten verließ er seine Arbeitsstation wieder und nahm an der Arbeitsstation von Rita und Hermine Platz. Auf Grund dieser Beobachtungen kann vermutet werden, dass sich der Schüler in Anbetracht der übrigen Gruppenaktivitäten an den anderen Arbeitsstationen seiner Sache nicht sicher fühlte. Möglicherweise ging er auch von der Annahme aus, dass die stationsgebundenen Aufgaben nur in der Gruppe gelöst werden könnten und brach deshalb bereits kurze Zeit später sein selbstständiges Arbeiten wieder ab und bemühte sich Anschluss in einer Gruppe zu finden.

Er brachte sich in das Gespräch ein, unternahm aber keine aktiven Tätigkeiten im Gruppengeschehen und saß über weite Strecke beobachtend, aber wort- und aktionslos dabei. Um 16:20 Uhr wechselte der Schüler zurück an die freie Station und begann mit der Entwicklung und Umsetzung einer eigenen Filmgeschichte. Das konzentrierte Arbeitsverhalten, welches ab diesem Zeitpunkt beobachtet werden konnte, lassen die Vermutung zu, dass der Schüler sich in dieser Umgebung wohler fühlte und allein besser arbeiten konnte. Die im ersten Teil dieser Arbeit erwähnten Vorteile des altersgemischten Unterrichts konnten in diesem Zusammenhang nicht bestätigt werden.

Aus den Beobachtungen geht eindeutig hervor, dass die Mitglieder eines Gruppenverbandes stets freundlich auf Personen reagieren, die von ‚außen‘ zu der Gruppe dazu stoßen und das gestaltete Produkt begutachten. Allerdings scheint es einer Art sozialen Regel zu entsprechen, dass die Kontaktaufnahme mit den

Gruppenmitgliedern von der Person ausgehen muss, die von außen dazu kommt. In diesem Zusammenhang konnte zu keiner Zeit die Beobachtung getätigt werden, dass Schülerinnen oder Schüler von sich aus ein gestaltetes Produkt anderen der Gruppe außenstehenden Personen präsentiert hätten.

Schlussendlich ist darauf hinzuweisen, dass das Einbeziehen in eine Gruppenaktivität von jüngeren Schülerinnen und Schülern durch ältere Schülerinnen und Schüler, das in der Literatur (Raggl, 2010) als Vorteil von altersgemischten Gruppen hervorgehoben wird, im Rahmen dieses Workshops nicht bestätigt werden konnte. Mag. Higgs schilderte im Interview auch ihre Beobachtung zu diesem gruppenspezifischen Prozess, in dem sie erzählte, dass das Verhalten in der beobachtenden Rolle ungewöhnlich für den Schüler war, den sie auch aus dem Informatikunterricht kennt. Diese Beobachtung stützt die Annahme, dass es für den Schüler in diesem Gruppengefüge sehr schwierig war Anschluss zu finden und er sich wahrscheinlich aus diesem Grund schlussendlich für die eigenständige Arbeit entschied.

(7) Wie verteilen sich die Rollen der Schülerinnen und Schüler innerhalb der Gruppe? Gibt es Schülerinnen und Schüler, die sich überdurchschnittlich viel in den Gruppenprozess einbringen? (Aspekt der Produktivität?) Gibt es Schülerinnen und Schüler, die sich nicht (produktiv) in den Gruppenprozess einbringen?

Die Videoaufzeichnungen zeigen, dass in einem Team von vier Teilnehmern unterschiedliche Rollen eindeutiger wahrgenommen werden können als in Zweiertteams. Wie bereits im ersten Teil dieses Kapitels beschrieben, bildeten die Schüler Tom, Jones, Oliver und Ron die einzige Vierergruppe, die sich zu Beginn der Arbeitsphase für die Arbeit an der Stop-Motion-Station entschieden hatten.

In den ersten vier Minuten wirkt für den Beobachter die Arbeit in dieser Gruppe sehr unkoordiniert, da die Schüler unterschiedliches Material, welches für die Gestaltung des Filmsets gedacht ist, begutachten. Es hat den Anschein, als würden die Schüler die Vielfalt der Möglichkeiten, die das unterschiedliche Material bietet, sondieren. James ergriff die Initiative und begann mit der Lektüre des Cheatsheets. Auf der Grundlage dieser Beobachtung kann die Vermutung angestellt werden, dass sich

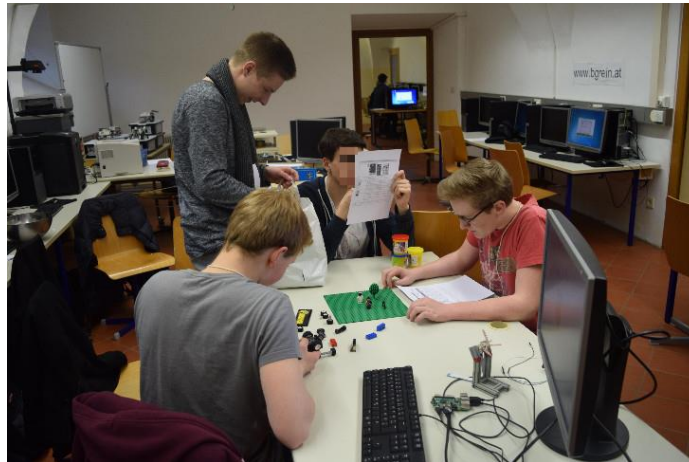


Abbildung 4: Schüler begutachten das Gestaltungsmaterial

James als erster in der Gruppe für eine Strukturierung und Verteilung der Struktur entschieden hatte, um in naher Zukunft mit der Gestaltung eines digitalen Produkts beginnen zu können. Bereits eine Minute später entschied sich auch Ron für die Lektüre des Cheatsheets. James wechselte seinen Platz, um den Raspberry Pi und die Software zu begutachten. Sekunden später tat es ihm Ron gleich und nahm neben James Platz. Tom und Oliver waren nach wie vor am Begutachten des Lego-Angebots, aus dem sich allerdings langsam erste Entwürfe für eine Filmkulisse zu entwickeln schienen.

Auf der Grundlage dieser Beobachtungen kann die Annahme getroffen werden, dass James die Person in der Gruppe ist, die am ergebnisorientiertesten arbeitet und sich für das Erreichen des Ziels (Gestaltung eines Stop-Motion Kurzfilms) am meisten verantwortlich fühlt. Obwohl im weiteren Verlauf dieser Gruppenaktivitäten eine klare, wortlose Aufteilung in zwei Teams (ein Gestaltungsteam und ein Aufnahmeteam) innerhalb der Gruppe beobachtet werden konnte, war es eindeutig James, der die Gruppe in der Entwicklung des Produkts anführte. Gestützt wird diese Annahme zum Beispiel auf die Beobachtung, dass Oliver, der nach einer ersten Phase der Materialbegutachtung sich ebenfalls dazu entschloss, ergebnisorientiert arbeiten zu wollen, zwar den seiner Meinung nach ersten Schritt, der in diesem Projekt zu tun war benannte, aber gleichzeitig James aufforderte, dass dieser Schritt zu tun sei. Da Oliver eindeutig James und keinen anderen der Teilnehmer aufgefordert hatte, kann daraus die Annahme abgeleitet werden, dass Oliver James eine höhere Kompetenz in der Umsetzung der Gruppenziele zutraute. Dies wiederum führt zu der Schlussfolgerung, dass James auch von seinen Gruppenkollegen als aktivster Teilnehmer gesehen wird.

Im weiteren Verlauf wurde die Beobachtung gemacht, dass zwar Ron in einem fließenden Prozess die Bedienung der Software übernahm, dies allerdings der Ursache geschuldet ist, dass James die Gestaltung der Filmkulissen übernommen hatte, die in dieser Aufnahmetechnik nach jeder Aufnahme einer Veränderung bedurfte. Infolgedessen stützt diese Beobachtung die zuvor getroffene Annahme, dass James den aktivsten Part in der Gruppe darstellt. Die Beobachtung des weiteren Aktivitätsverlaufs dieser Gruppe an dieser Station lässt auch Rückschlüsse über die Beitragsintensität der restlichen Teilnehmer zu. Der Beitrag von Ron blieb auch im weiteren Verlauf der Aktivität beständig, in dem er die Bedienung der Software übernommen hatte und die Entwicklung des Films unter dem Aspekt der Umsetzung der Aufnahmetechnik unterstützte. Diese Annahme stützt sich auf die Beobachtung, dass dieser Schüler im Vergleich zu den anderen Teilnehmern seinen Blick überdurchschnittlich viel auf den Monitor gerichtet hatte und auch seine Handgestik durchwegs auf der Höhe des Monitors stattfand.

Tom hatte auf der gegenüberliegenden Seite des Monitors Platz genommen, sodass er zwar einen sehr guten Blick auf das Filmset hatte, allerdings die Entwicklung des digitalen Produkts schwerer mitverfolgen konnte. Entsprechend dieser Beobachtung wird auch der Beitrag, den dieser Schüler in das Gruppengeschehen einbringt als weniger intensiv wahrgenommen. Schlussendlich kann auf der Grundlage der eben genannten Beobachtungen die Vermutung angestellt werden, dass Tom in einer ergänzenden Rolle zu den Aktivitäten von James agierte. Oliver brachte sich unter den Gruppenteilnehmern am wenigsten in das Gruppengeschehen ein, das sich primär aus der Beobachtung ergibt, dass seine Beiträge über weite Teile der Aktivität in verbaler Form stattfanden. Darüber hinaus war es Oliver, der im Vergleich zum Rest der Gruppe am öftesten vom Thema abzudriften schien, indem beobachtet werden konnte, dass er vielfach die umliegenden Aktivitäten beobachtete und sich so vom Gruppengeschehen ablenken ließ.

Zusammenfassend wurde auf der Grundlage der Beobachtung dieser Gruppe festgestellt, dass sich teilnehmende Personen unterschiedlich intensiv in das Gruppengeschehen der Making-Aktivitäten eingebracht hatten. Dabei konnte die Rolle eines Gruppenführers identifiziert werden, als eine Person der von den übrigen Gruppenmitgliedern zugetraut wird, dass sie die Gruppe am ehesten zum Ziel führt.

Des Weiteren scheint es innerhalb des Gruppenverbandes teilnehmende Personen zu geben, die für sich einen Aufgabenbereich abgrenzen und in der Erfüllung dieser Aufgaben verbleiben. Und es konnte auch die Rolle eines im Volksmund bekannten „Mitschwimmers“ ausgemacht werden, also eine Person, die sich aktiv wenig in das Gruppengeschehen einbringt, ohne dass beobachtet werden konnte, dass dies für die übrigen Gruppenmitglieder ein Problem darzustellen schien.

1.4 Making- Aktivitäten

(8) Wie gestaltet sich der Ideenfindungsprozess? Wie viele Ideen werden diskutiert? Wie oft werden Versuche verworfen? Wie schnell sind die Schülerinnen und Schüler mit ihrem Ergebnis zufrieden?

Ein besonders kontroverses Beispiel in der Unterschiedlichkeit des Ideenfindungsprozesses stellt die Analyse der Aktivitäten des Teams bestehend aus der Schülerin Hannah und dem Schüler Michael dar. So konnte zu Beginn der Arbeitsphase, in der sich die beiden teilnehmenden Personen für die Arrangierung eines Musikstücks mittels der Sonic Pi Software entschlossen hatten, deutlich beobachtet werden, dass sie im Vergleich zu den übrigen Teilnehmerinnen an dieser Station sehr zügig mit der Programmierung begonnen hatten.

Des Weiteren wurde die Beobachtung getätigt, dass Michael innerhalb der ersten 15 Minuten die Benutzung seines Smartphones bei der Entwicklung des Musikstücks zum Einsatz gebracht hatte. Eine exaktere zeitliche Bestimmung konnte nicht vorgenommen werden, da diese Aktion außerhalb der Perspektive der Kamera passierte. Ein Foto, welches wie der Zeitstempel verrät, 15 Minuten nach Beginn der Arbeitsphase aufgenommen wurde, zeigt allerdings, dass das Smartphone, auf dem eine Youtube-Video mit einer Spielanleitung des Imperial March für ein Klavier zu sehen ist, bereits in den Gestaltungsprozess involviert war. Außerdem ist deutlich erkennbar, dass bereits neun Zeilen Code, die auch mit dem 62 Zeilen langen Endergebnis übereinstimmen, im Programm zu diesem Zeitpunkt erarbeitet waren.

Auf Grund dieser Beobachtungen kann angenommen werden, dass sich der Ideenfindungsprozess für Hannah und Michael an dieser Station sehr kurz gestaltete. Allerdings kämpfte dieselbe Gruppe nach ihrem Stationswechsel von der Station eins zur Station zwei, wie bereits in diesem Kapitel mehrmals ausgeführt wurde, mit dem Problem, in die Aufgaben der zweiten Station hineinzufinden.

Es kann auf Grund der Beobachtung nicht eindeutig identifiziert werden, welche Gründe und Einflüsse verantwortlich waren, dass sich die Aktivitäten an der zweiten Station so sehr von denen an der ersten Station differenzierten. Die Vermutung liegt allerdings nah, dass der Prozess der Ideenfindung zumindest ein Teil der Ursache des Problems war. Es wurde in diesem Zusammenhang beobachtet, dass sowohl Hannah als auch Michael, gleich nachdem sie an der zweiten Station Platz genommen hatte, mehrfach versuchten zu beobachten, was ihre Mitschülerinnen und Mitschüler an den anderen Stationen gestalteten. Da diese zu dieser Zeit durchwegs mit der Gestaltung des Filmsets beschäftigt waren, kann gemutmaßt werden, dass die Schüler nicht so sehr versuchten zu beobachten, mit welcher Methode sie ihre Gestaltung entwickelten, sondern in erster Linie welche Idee ihrer Gestaltung zugrunde lag, um sich daran für das eigene Projekt orientieren zu können. Der Ideenfindungsprozess scheint in diesem Fall, gepaart mit dem bereits angesprochenen Absinken der Motivation, ein Hindernis in der Gestaltung des digitalen Produkts an dieser Station darzustellen.

Infolgedessen kann auch die Beobachtung, dass Hannah sich in die Gestaltung einer anderen Gruppe integrierte und diese aktiv mitkonstruierte, als Argument angesehen werden, dass nicht die Form der Gestaltung, das Konzept oder die gebotenen Materialien für die Schülerin ein Hindernis darstellten. Sondern, dass neben dem Umstand, dass auch ihr Gruppenpartner nicht in der Lage war, diese Situation zu meistern, der Ideenfindungsprozess ein klares Hindernis in der Entwicklung des digitalen Produkts darstellte.

In der Beobachtung der Gestaltungsprozesse der Schülerinnen Lily, Alice, Rita und Hermine kann die Phase der Ideenfindung nicht klar abgegrenzt werden. Diese Teilnehmerinnen wendeten unabhängig voneinander an beiden von ihnen besuchten Stationen, dasselbe Vorgehen in Hinblick auf den Ideenfindungsprozess an. So waren die Schülerinnen bei der Aufnahme der Arbeit bestrebt, zuerst das jeweilige Material

(Gestaltungsmaterial, Software) zu erkunden und auf dessen Funktion hin zu testen. In diesem Prozess der Funktionstestung schien sich, wie es auch die Beobachtung vermuten lässt, eine Idee für das zu gestaltende digitale Produkt zu entwickeln. Darüber hinaus wurden von den Schülerinnen keine Neuversuche entnommen, indem gestalterische Ideen komplett verworfen wurden und der Gestaltungsprozess von vorne gestartet wurde, sondern es schien eine stetige Entwicklung des Projekts vorzuherrschen.

Die Teilnehmergruppe, die sich zuerst für die Arbeit an der Stop-Motion-Station entschieden hatte, verwarf insgesamt fünf Mal eine Idee, was daran erkannt werden konnte, dass die Schüler das Filmset jedes Mal aufs Neue wieder vollständig abbauten, diskutierten und danach mit der Gestaltung eines neuen Filmsets begannen. Diese Phase dauerte insgesamt 28 Minuten, bevor die Teilnehmer an einer Idee verhaftet blieben.

Es konnte beobachtet werden, dass in diesem Ideenfindungsprozess bereits während der Gestaltung Einwände von Gruppenmitgliedern erhoben wurden, die dann in unterschiedlicher Zeitdauer dazu führten, dass die Gestaltung der jeweiligen Idee auf Grund der Einwände abgebrochen wurde. In diesem Zusammenhang liegt die Vermutung nahe, dass im Vergleich der Dauer des Ideenfindungsprozesses der Zweierteams und des Viererteams, sich die Dauer direkt proportional zur Anzahl der Teammitglieder verhält. Dieser Vermutung muss allerdings der Zusatz angefügt werden, dass dies nur dann gilt, wenn es im (sozialen) Gruppengefüge festgelegt ist, dass alle Gruppenmitglieder hierarchisch gesehen ebenbürtig sind und mit einer Idee einverstanden sein müssen, damit diese auch vollständig umgesetzt wird.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass zwei zentrale Mutmaßungen in der Beobachtung unter dem Aspekt der Ideenfindungsphase angestellt werden können. Die Dauer der Ideenfindung gestaltet sich individuell und kann wenige Minuten dauern, wie das Beispiel von Hannah und Michael zeigt. Es kann aber auch ein Hindernis in der Entwicklung eines Produkts darstellen, das lange Zeit oder gar nicht überwunden wird. Ferner scheint die Dauer der Ideenfindungsphase in einem nicht hierarchisch strukturierten Team von der Anzahl der Teammitglieder abzuhängen.

(9) Wie kann die subjektiv wahrgenommene Arbeitsmoral beschrieben werden? (Arbeiten Schüler konzentriert? Wie viele Pausen machen Schüler?) Wie wird die Stimmung der Schülerinnen und Schüler während der Making- Aktivitäten wahrgenommen? (Ausgelassen? Wie viel wird gelacht? Konzentriert?)

Besonders zu Beginn der Arbeitsphase kann die wahrgenommene Arbeitsmoral als durchgehend positiv beschrieben werden. Da alle Teilnehmer umgehend ihre Arbeit aufnahmen, vielfach mit der Lektüre des Cheatsheets begonnen wurde, das Material begutachtet wurde und dann zügig mit der Entwicklung und Gestaltung eines digitalen Produkts begonnen wurde, kann geschlussfolgert werden, dass zu dieser Zeit die Arbeitsmoral bei allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern hoch war. Das Videomaterial gibt Aufschluss darüber, dass in dieser Arbeitsphase alle Schülerinnen und Schüler - ausgenommen das Viererteam an der Stop-Motion-Station, dessen Beobachtung auf diesen Aspekt hin nicht eindeutig analysiert werden kann- konzentriert gearbeitet hatten, das sich durch folgendes Verhalten charakterisieren lässt: Die Schülerinnen und Schüler schauten sich kaum um. Sie ließen sich von Geschehnissen, die für ihre Tätigkeit nicht relevant waren, nicht ablenken. Wie bereits in Frage zwei dargelegt, war mit zunehmender Dauer des Workshops ein Absinken der Arbeitsmotivation bei einigen Schülern erkennbar. Im Gegenzug dazu konnte bei den Schülern Lily, Alice, Rita und Hermine zu keiner Zeit des Workshops ein Absinken der Arbeitsmoral beobachtet werden. Das Verhalten der Schülerinnen wurde stets als am Projekt aktiv und entwickelnd und teilnehmend wahrgenommen.

Auch eindeutige Pausen sind während der Arbeitsphase kaum beobachtbar. Im Vorfeld wurde eine Definition für eine ‚Pause‘ getätigt, welche angab, dass eine Pause dann eintritt, sobald ein Teilnehmer oder eine Teilnehmerin die Stationsräumlichkeiten verlässt. Diese musste jedoch im Laufe der Analyse auf Grund der getätigten Beobachtungen revidiert werden, da einzig der Schüler Michael mehr als 3 Minuten den Stationsräumlichkeiten fernblieb und, dieser Definition entsprechend, eine Pause einlegte. Alle weiteren Teilnehmerinnen und Teilnehmer, Oliver, Hannah und Ron ausgenommen, bleiben den Räumlichkeiten zu keiner Zeit länger als eine Minute fern.

Alle teilnehmenden Personen nahmen das Snackangebot wahr, allerdings legte die genannte Personengruppe dafür keine Pause ein, sondern arbeitete trotzdem an der Gestaltung ihrer Produkte weiter. Hannah legte zwar dahingehend eine Pause ein, dass sie über einen bestimmten Zeitraum nicht aktiv an einer Station arbeitete, aber zugleich beobachtete sie in dieser Zeit das Geschehen an den anderen Stationen und unterhielt sich mit anderen Mitschülerinnen und Mitschülern.

Daher ist es nicht angebracht, diese Phase eindeutig als Pause zu kategorisieren, da die Schülerin ja weiterhin am Thema blieb und auch der sozialen Komponente, die sowohl in den Makerprinzipien *Share* und *Participate* in Kapitel 2.2, als auch in Kapitel 2.7 im Umfang der Maker-Aktivitäten detailreich ausgearbeitet sind, entsprechend handelte. Infolgedessen müssen allerdings jene zeitlichen Phasen, in denen eindeutig die Nutzung der Smartphones für private Zwecke erkennbar sind, als Phasen der Pause eingerechnet werden.

Unter Berücksichtigung dieser Überlegungen konnte nach Analyse der Beobachtungen festgestellt werden, dass alle elf Teilnehmerinnen und Teilnehmer in Summe 17 Minuten von insgesamt 1870 Minuten in einer Pause verbracht hatten. Im Rahmen der Fragebögen, in denen die Schülerinnen und Schüler allerdings nur die Möglichkeit hatten zwischen den Zeitwerten 5min, 10min, 15min, 20min, 30min, 35min oder >40min zu wählen, schätzten diese einen Gesamtwert von 70min, in denen die teilnehmenden Personen in Summe Pause gemacht hatten. Das ergibt eine durchschnittliche Pausendauer von sieben Minuten.

Ergänzend muss erwähnt werden, dass der Schüler Michael auf Grund von Krankheit den Workshop früher verließ und deshalb für eine abschließende Befragung nicht zur Verfügung stand. Des Weiteren muss hervorgehoben werden, dass in dem Fragebogen kein Hinweis gegeben wurde, dass sich die Einschätzung der Pausendauer lediglich auf die Arbeitsphase beschränken würde, sodass von einem verfälschten Wert ausgegangen werden kann. Unter der Berücksichtigung der eben genannten Störfaktoren kann das Ergebnis des Fragebogens dahingehend interpretiert werden, als dass auch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer einschätzten, dass sie die meiste Zeit des Workshops aktiv und arbeitend verbracht hatten. Dies stützt die Beobachtung.

Zusammenfassend muss die Mutmaßung herausgestellt werden, dass auf der Grundlage dessen, dass kaum Pause gemacht wurde und die Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler über den gesamten Verlauf des Workshops hinweg motiviert gearbeitet hatte, davon ausgegangen werden kann, dass sowohl die gewählten Inhalte als auch deren Aufbereitung und die gewählte didaktische Methode den Interessen und Kompetenzen der teilnehmenden Personen entsprachen.

(10) *Wie oft wird die betreuende Person der Station um Hilfe gebeten?
Wie agieren Lehrer in ihrer Betreuer-Rolle?*

Diese Fragen ergänzen sich in der Analyse gegenseitig, da es auch für die Lehrpersonen ungewohnt war, grundsätzlich in einer beobachtenden Rolle zu verbleiben. Es wurde festgestellt, dass im Verlauf des Workshops Situationen auftraten, in denen die Lehrperson einer Gruppe oder einzelnen Schüler sichtlich half, was dadurch ersichtlich ist, dass die Lehrperson zielgerichtet zu einer Schülerin oder zu einem Schüler hinging, auf den Bildschirm blickte, den Cheatsheet einer kurzen Lektüre unterzog, wenige Minuten mit der teilnehmenden Person ein Gespräch führte und danach die Station wieder verließ. Ein solcher Situationsverlauf kann in der Analyse als aktives Bitten um Hilfe der oder des Lernenden angenommen werden und wurde an der Sonic-Pi-Station sechs Mal und an der Stop-Motion-Station während der Arbeitsphase drei Mal beobachtet.

Allerdings wurden auch Situationen beobachtet, in denen es so wirkt, als würde die Lehrkraft mehr zufällig an der Station vorbeikommen, die Entwicklung des digitalen Produkts begutachten, mit der Schülerin oder dem Schüler ein kurzes Gespräch aufnehmen und danach die Station wieder verlassen. In diesem Zusammenhang kann nicht eindeutig festgestellt werden, ob nun die Lehrkraft von sich aus in beratender Absicht in das jeweilige Gruppengeschehen eingegriffen hatte oder ob die Teilnehmerin oder der Teilnehmer die Chance genutzt hatte, dass die Lehrkraft eben zufällig vorbeikam, um ihre/seine Hilfe bei einer Problemstellung zu erbitten.

In der Scratch-goes-Robot-Station gestaltete sich die Situation während des Workshopverlaufs etwas anders. In den ersten 100 Minuten arbeitete ein einzelner Schüler an der Station, die Lehrperson saß über weite Strecken an der Station,

beobachtete und beriet den Lernenden, ohne dass erkennbar wäre, dass der Schüler um Hilfe bei einer Problemstellung gebeten hätte. Diese Lehrperson gibt auch im, an die Veranstaltung anschließend geführten Interview zu, während dieser Phase durchwegs die beobachtende Rolle verlassen zu haben, da der Schüler allein an der Station gearbeitet hatte:

Der Schüler war allein an der Station drei, da habe ich mich dazu gesetzt, und weil es mich auch dementsprechend interessiert hat. Viele Dinge hätten wesentlich länger gebraucht, wenn ich nicht daneben gesessen wäre. Ich weiß nicht genau, aber ich denke dieser Schüler hätte da schon durchgebissen. Bei der Gruppe am Schluss, da war vielleicht schon ein bisschen die Luft draußen, aber wenn du die wirklich alleine lässt, pure Freiwilligkeit und so, da weiß ich dann nicht, ob da viel weitergeht, eher nach zwei bis drei Stunden vielleicht. Wenn sie niemand motiviert hätte, wenn niemand gesagt hätte, schaut euch das mal an, dann kann ich nicht sagen, ob sie es in der Zeit bis zu dem Roboter geschafft hätten. Das kann ich nicht so gut bestimmen. (Quelle: Interview)

Auch wenn die Lehrperson ihr alternatives Handeln auf Grund der veränderten Situation, dass nur ein Schüler beziehungsweise eine Gruppe, die schon etwas unmotiviert zu sein schien, rechtfertigte, sprach die Lehrkraft im selben Interview allerdings auch über die positiven Erfahrungen, die mit den Making-Aktivitäten und der beobachtenden Rolle der Lehrperson gemacht wurden:

Was mich immer wieder fasziniert: Was schon echt gut ist, wenn man sich als Lehrer auch mal rausnimmt. Die zweite Gruppe hat bei der Steuerung ein Konzept verwendet, woran ich als Lehrer nicht gedacht hätte. Jeder hat seine Lösungsmöglichkeiten. Beim ersten [Schüler] war ich mehr involviert und da haben wir mehr zusammen überlegt und dann wurde das auch mehr von mir beeinflusst und so umgesetzt. Bei der zweiten Gruppe hab ich gar nichts gesagt, das waren zwar auch Schüler, die das Wahlpflichtfach Informatik besuchen. Und der eine Schüler James, kennt sich auch so ganz gut aus, der hat gleich einmal eine Idee gehabt, und hat das so und so gemacht, und da hab ich mir dann auch gedacht: „Ach ja, so und so könnte man das ja auch umsetzen.“ Ist eben ein anderer Weg. Ist spannend, wenn man sich als Lehrer auch einmal rausnimmt. (Quelle: Interview)

Auch die zweite Lehrkraft, die die Sonic-Pi-Station betreut hatte, gibt an, dass „das [...] für den Lehrer auch etwas [ist], wo er sich anstrengen muss, wo er sich schwer tut, ganz einfach zuzuschauen“ (Quelle: Interview).

Zusammenfassend ergeben sich folgende Rückschlüsse. Zum einen haben die

Schülerinnen und Schüler während des Workshopverlaufs an den Stationen mit multimedialem Inhalt selten Unterstützung gebraucht, sondern stetig versucht, die mit dem Gestaltungsprozess einhergehenden Problemstellungen in der Gruppe zu lösen. Auch die Lehrperson bestätigte in diesem Zusammenhang das positive Ergebnis, das dieses Vorgehen mit sich bringen kann. Auf Grund der Beobachtungen kann vorsichtig vermutet werden, dass es im Rahmen dieses Workshops den Lehrkräften schwerer gefallen ist, entgegen ihrer üblichen Rolle, Schülerinnen und Schülern nicht zu helfen und damit einhergehend Personen nicht mit ihren Ideen und Ansichten zu beeinflussen. Die Schülerinnen und Schüler hingegen scheinen in einem Arbeitsprozess, in dem sie allein gelassen werden, aber dennoch jeder Zeit Hilfe erhalten können, gute Ergebnisse erzielen zu können.

(11) *Gibt es genderspezifische Unterschiede im Verhalten und Vorgehen der teilnehmenden Personen?*

Obwohl bei der Gestaltung der Lernumgebung als auch bei der Durchführung des Workshops darauf geachtet wurde, zu jeder Zeit gender-sensibel zu agieren, ergibt sich doch die Frage, ob genderspezifische Unterschiede hinsichtlich des Verhaltens beziehungsweise des Vorgehens ersichtlich sind, insbesondere auf Grund der in Kapitel 1.2 erläuterten Selbsteinschätzung der Mädchen in MINT bezogenen Unterrichtsfächern und der aufgestellten Hypothese, dass Making-Aktivitäten einen alternativen Zugang zu Werkzeugen und MINT- bezogenen Inhalten schaffen. Es soll also geklärt werden, ob sowohl in der Beobachtung der Aktivitäten ein geschlechtsspezifischer Unterschied erkennbar ist, als auch die Befragung der teilnehmenden Personen unter einer geschlechtsspezifischen Auswertung unterschiedliche Tendenzen erkennen lassen.

Im Rahmen der Interessenserhebung durch die Befragung der Schülerinnen und Schüler konnten, wie auch der Abbildung 5 entnommen werden kann, kaum markante Unterschiede in der Untersuchung festgestellt werden.

Lediglich das Interesse hinsichtlich kreativer Gestaltung, welches mit der Einschätzung „Ich bastle gerne“ (Quelle: Fragebogen) erhoben wurde, scheint bei den Schülerinnen markant höher zu sein, als bei den männlichen Teilnehmern, wohingegen dem in

Kapitel 1.2 ausgeführten stereotypen Bild vom handwerklich begabten Jungen, der Auswertung entsprechend, diese Einschätzung nicht verifiziert werden kann.

Jedoch muss in diesem Zusammenhang auch erwähnt werden, dass die weiblichen Teilnehmerinnen sehr viel eher das Gefühl hatten, in ihrem sozialen Umfeld, in ihren handwerklichen Kompetenzen unterstützt zu werden, als im Vergleich dazu die männlichen Teilnehmer. Es kann auf Grund dieser erhobenen Diskrepanz in der Förderung des handwerklichen Könnens ein Rückschluss auf die etwa gleich hoch eingeschätzte, handwerkliche Kompetenz zwischen den Schülerinnen und den Schülern gezogen werden. Auch die Auswertung der Interessenserhebung vier Wochen nach der Veranstaltung des Workshops stützt die Beständigkeit und Richtigkeit der Daten, wie der Abbildung 5 entnommen werden kann.

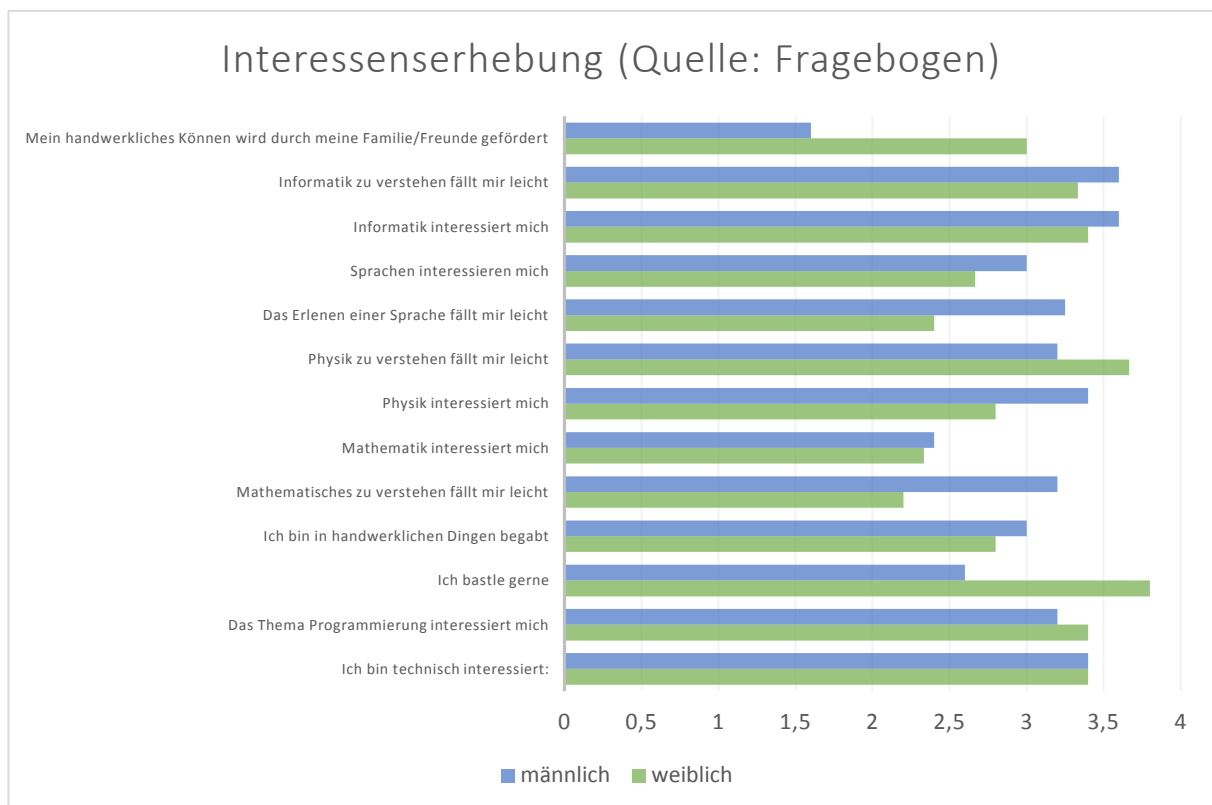


Abbildung 5 Interessen der teilnehmenden Personen

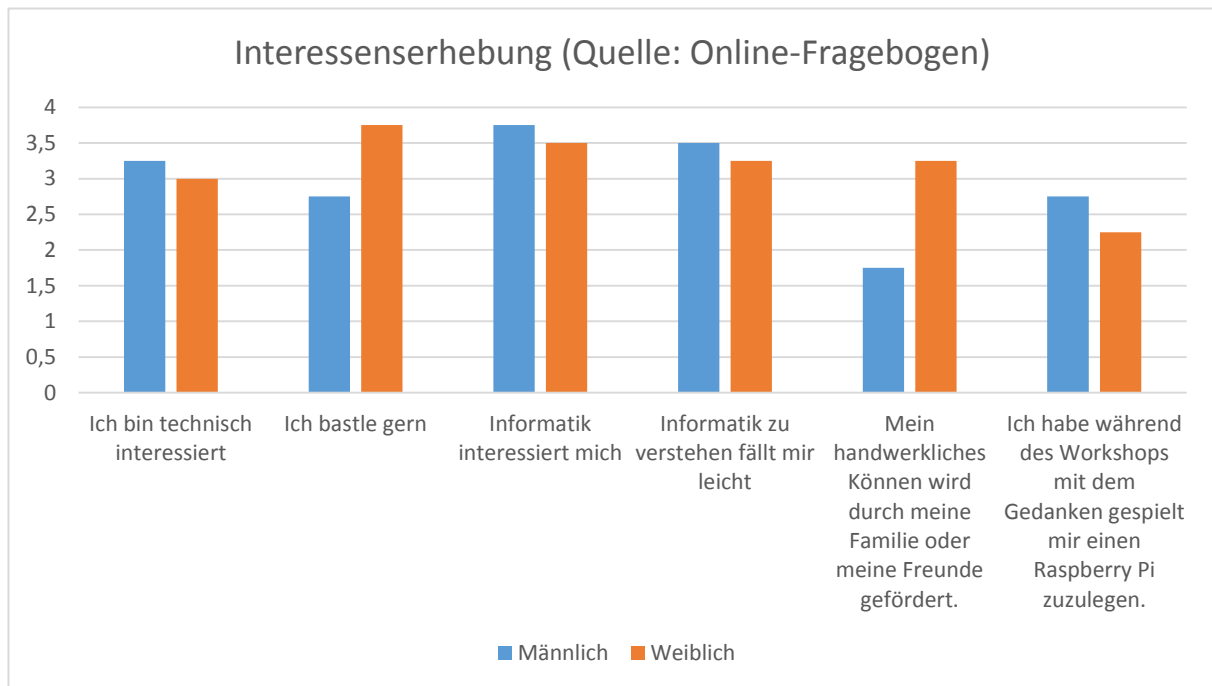


Abbildung 6: Interessenserhebung Online-Fragebogen

In der Beobachtung konnten keine eindeutigen Merkmale erkannt werden, die ein unterschiedliches Verhalten hinsichtlich einer geschlechtsspezifischen Unterscheidung erkennen lassen würden. In der Materialwahl an der Stop-Motion-Station war zwar beobachtbar, dass die männlichen Teilnehmer nur Lego für die Gestaltung ihres Sets heranzogen, allerdings sich einige Teilnehmerinnen ebenfalls für dieses Material entschieden. Es kann also nicht eindeutig festgestellt werden, ob im Umfang des Materialangebots Artikel angeboten wurden, die eher Schülerinnen oder Schüler anspricht. Lediglich in der Wahl der Stationen konnte die Beobachtung getätigt werden, dass nur männliche Teilnehmer an der eher technisch konzipierten Station (im Sinne von nicht multi-medial) arbeiteten. In diesem Zusammenhang können allerdings keine eindeutigen Vermutungen hinsichtlich einer genderspezifischen Verhaltensweise getätigt werden.

Zusammenfassend konnte in der Datenerhebung gezeigt werden, dass die Interessen zwischen männlichen und weiblichen Teilnehmern ähnlich sind und dass sich auch in diesem Workshop keine eindeutigen genderspezifischen Merkmale in Verhaltensweise und Vorgehen feststellen lassen konnten.

1.5 Rolle des Raspberry Pi

(12) *Wie ist das Verhältnis der Schülerinnen und Schüler zum Raspberry Pi?
Wie wird die alternative Hardwareumgebung angenommen?*

In der Auswertung des Videomitschnitts kann der Umgang der Schülerinnen und Schüler mit der alternativen Hardware als sehr unproblematisch beschrieben werden. Dies gründet sich in der Beobachtung, dass, ausgenommen das Auftreten und die Behandlung von technischen Problemen, die Handhabung und der Umgang mit der Platine und dem Linux Betriebssystem für die Schülerinnen und Schüler kein wirkliches Hindernis darzustellen schien. Allerdings gilt es in diesem Zusammenhang auf die Beobachtung von Mag. Smith zu verweisen, der im Interview auf die Frage, ob sich seiner Meinung nach der Raspberry Pi in Verbindung mit den Making-Aktivitäten im Unterricht gut einsetzen lassen würde, folgendes antwortete:

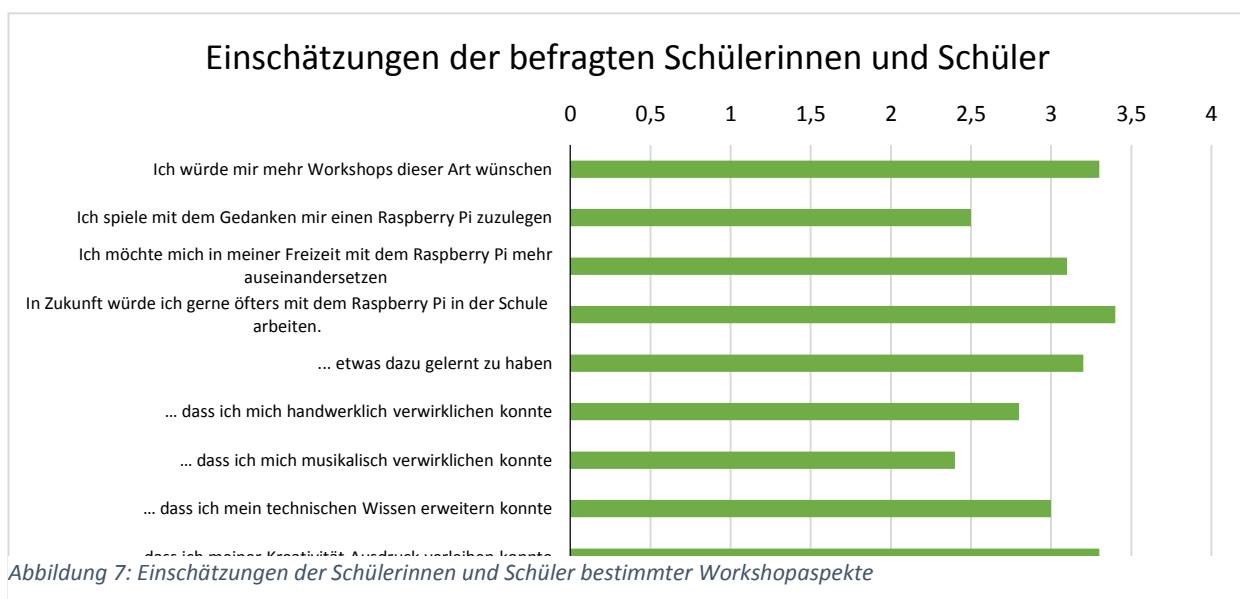
Ich bin nicht der Meinung, dass abgesehen von der Station drei, dieses Unterrichtskonzept nicht so viele Erfahrungen mit dem Raspberry Pi gebracht hat, mehr oder weniger. Wenn du grundsätzlich den Raspberry Pi im Unterricht aufbereiten würdest, ist das auch eine interessante Geschichte, weil es ja auch ein günstiges Gerät ist, dass sie auch die Möglichkeit haben, selbst einmal die Sachen(Komponenten) anzuschließen und selbst einmal Erfahrungen zu machen, wie das mit dem Betriebssystem und so weiter funktioniert....und das blendet das ganze (dieser Workshop) eben aus. Insofern bin ich zumindest bei den beiden Stationen nicht der Meinung (dass diese Komponenten zusammenpassen). Bei der Station drei passt das super zusammen. Anschlüsse sind dann schon bekannt und auf dieser Grundlage schau ich mir dann die Pins an... da hab ich jetzt Pins, die sind euch noch nicht bekannt und dann sage ich, was ich mit diesen Pins jetzt wirklich machen kann.
(Quelle: Interview)

Es muss natürlich eingeräumt werden, dass in der Mehrzahl der Konzepte der Stationen der Raspberry Pi als Unterrichtsinhalt keine zentrale Rolle einnahm, sondern ein Werkzeug darstellte, zu dem in der Benutzung langsam hingeführt wurde. Auf dieser Grundlage kann die Vermutung angestoßen werden, dass der Raspberry Pi auch in der Wahrnehmung der Schüler nur mäßig präsent gewesen sein dürfte und deshalb auch nur mäßig Eindruck hinterlassen hatte. Immerhin gaben 5 von 10 Teilnehmern an, auf Grund des Workshops mit dem Gedanken zu spielen, für private Zwecke einen Raspberry Pi erwerben zu wollen. In der Online-Befragung die vier Wochen nach Abhaltung des Workshops durchgeführt wurde, hatten alle acht

Schülerinnen und Schüler, die den Fragebogen vollständig ausgefüllt hatten, angegeben, dass sie sich keinen Raspberry Pi gekauft hatten. Allerdings wurden unterschiedliche Ursachen angeführt, was sie davon abgehalten hatte. So gaben drei Schüler ein finanzielles Motiv an, das sich darin ausdrückte, dass sie entweder den Preis im Verhältnis zum Nutzen den sie daraus ziehen konnten, nicht gerechtfertigt fanden, oder dass sie nicht über die finanziellen Mittel für den Erwerb einer Platine verfügen würden. 4 der 7 Schüler, die einen Grund dafür angegeben hatte, was sie von der Anschaffung abhalten würde, nannten fehlende Zeit und ein Schüler fehlendes Interesse, um sich damit in der Freizeit auseinandersetzen zu wollen. Ein Schüler gab allerdings an, dass ihn die Platine fasziniert hätte und dass er auf Grund der schulischen Verpflichtungen bis zur Ferienzeit warten wolle, um sich dann intensiv damit auseinandersetzen zu können.

Darüber hinaus wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer gefragt, wie sie einen vermehrten Einsatz der Platine im Schulunterricht finden würden. 9 von 10 teilnehmenden Personen gaben an, dass sie das ‚sehr‘ oder ‚eher mehr‘ begrüßen würden. Auf Grund dieser Erhebung kann vermutet werden, dass viele Schüler die Arbeit auf dem Raspberry Pi als angenehm oder zumindest nicht problematisch empfunden hatten und sich deshalb auch die Arbeit auf einem alternativen System gut vorstellen könnten.

Zusammenfassend wurden folgende Vermutungen aufgestellt: Auf der einen Seite, wurde der Raspberry Pi nicht als zentrales Element in das Workshopkonzept integriert,



weshalb auch der Umgang der Schüler mit der Platine nur unter dem Zusatz, dass sie mehrheitlich auf dem Systemen gearbeitet hatten, ohne sich mit diesem näher zu befassen, als unproblematisch und gut bezeichnet werden kann. Außerdem hatte die Mehrzahl der Schüler zwar die Platine als Teil des Workshops wahrgenommen, mit dem sich im schulischen Kontext gut arbeiten ließe, aber nicht als ein Gadget, dem sie auch in ihrer Freizeit ihr Interesse widmen würden.

(13) Wurde im Rahmen des Workshops etwas gelernt? Wie ist der Eindruck der Schülerinnen und Schüler? Wie schätzen Lehrkräfte diese Frage ein? Wie kann die Langzeitwirkung der vermittelten Informationen eingeschätzt werden?

Mit der in schulischen Systemen üblichen Methode der Wissensvermittlung und der nachfolgenden Prüfung des Gelernten der Wissensempfänger, kann im Rahmen der Making-Aktivitäten leider nur bedingt überprüft werden, ob und welche Inhalte innerhalb dieser Aktivitäten den Lernenden vermittelt wurden. Um dennoch Einschätzungen hinsichtlich dieser Fragestellung abgeben zu können, hat sich der Autor für eine Zwei-Wege-Methode entschieden, die dies ermöglichen soll.

Der erste Weg besteht darin, dass alle am Workshop teilnehmenden Personen (Schülerinnen und Schüler, Lehrkräfte), hinsichtlich ihrer Einschätzungen zu vermittelten Inhalten/Erfahrungen und zu geförderten Kompetenzen befragt wurden. Der zweite Weg besteht darin, dass die Schülerinnen und Schüler im Rahmen der Beantwortung des Fragebogens gebeten wurden, die Komponenten eines Raspberry Pis zu benennen. Dies wurde in der vier Wochen später durchgeführten Online-Umfragen wiederholt um auch Aussagen über eine mögliche Langzeitwirkung treffen zu können. Die Erkenntnisse, die auf beiden Wegen gesammelt werden können, sollen bei der Klärung der Fragestellung als Gesamtbild dienlich sein.

8 von 10 Schülerinnen und Schülern gaben an, dass sie im Verlauf der Making-Aktivitäten sehr viel oder eher mehr gelernt hatten. In ähnlicher Weise gestaltete sich die Einschätzung hinsichtlich der Frage, ob die teilnehmenden Personen das Gefühl hatten, dass sie im Rahmen des Workshops ihr technisches Wissen erweitern konnten, was 7 von 10 Personen vollständig oder eher positiv beantworteten. Eine

einzigste Person war der Meinung, dass sie sich im Rahmen des Workshops auch musikalisch voll und ganz verwirklichen konnte, während 6 von 10 Personen diese Frage vollständig oder eher negativ beantworteten.

Beide teilnehmenden Lehrkräfte schätzten die Fragen „*Haben Schülerinnen und Schüler etwas gelernt?*“ positiv ein. Allerdings benannten sie unterschiedliche Lerninhalte. Mag. Higgs, jene Lehrkraft die die Sonic-Pi-Station betreute, benannte abgesehen vom code-basierten Programmieren, dass für einzelne Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihrer Einschätzung nach etwas völlig Neues war, Lernerfahrungen, wie die Erfahrung des Arbeitens auf einem ‚neuen‘ System oder auch die Erfahrung hinsichtlich der Verknüpfung zwischen Medien/Musik und Computern als zentral vermittelte Inhalte (Quelle: Interview).

Mag. Smith, jene Lehrkraft, die die Scratch-goes-robot-Station betreut hatte, war hingegen der Auffassung, dass primär die Förderung von Kompetenzen stattgefunden hatte, die er in der Förderung von Programmierfertigkeiten sah, aber auch im Erwerb von Aufnahmetechniken, die seiner Einschätzung nach für die teilnehmenden Personen durchwegs neu gewesen sein dürfte. Mag. Smith bringt darüber hinaus seine Einschätzung zum Ausdruck, dass auf Grund der Tatsache, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sehr viel Zeit hatten in der Entwicklung und zum Gestalten, sich diese auch intensiver mit den Lehrinhalten auseinandersetzen konnten und deshalb auf längerfristige Sicht auch „mehr hängen geblieben ist“ (Quelle: Interview).

Die Auswertung der Komponentenbenennung des Raspberry Pi zeigte, dass 10 von 10 Schülerinnen und Schülern in der im Anschluss an die Arbeitsphase abgehaltenen Befragung die Komponenten und Schnittstellen der Platine richtig benennen konnten. Dabei war die Fragestellung so konzipiert, dass die Schüler gefordert waren, in einer Liste angegebene Komponenten auf einer fotografischen Darstellung der Platine richtig zuzuordnen (Siehe Anhang G). In der, vier Wochen nach der Veranstaltung des Workshops abgehaltenen Online-Befragung, konnten 4 von 8 Schülerinnen und Schüler dieselbe Aufgabe erneut richtig lösen.

Dieses Beispiel kann auf keinen Fall einem Anspruch auf Allgemeingültigkeit gerecht werden, aber dennoch lässt sich eine Tendenz dahingehend vermuten, dass tatsächlich Lerninhalte auch über einen längeren Zeitraum für die teilnehmenden Personen abrufbar bleiben.

Kurzum ist auf Grund der dargestellten Ergebnisse der angeführten Zwei-Wege-Methode eine Tendenz erkennbar, die eine alternative Wissensvermittlung vermuten lässt und Lerninhalte langsamer, aber tiefer, also länger abrufbar von den Lernenden abgespeichert werden.

1.6 Diskussion der Ergebnisse

Das Ziel dieser Arbeit ist die Klärung der Frage, ob die Ideen und Prinzipien der Making-Aktivitäten unter der Verwendung des Raspberry Pi im schulischen Kontext erfolgreich eingesetzt werden können.

Zu diesem Zweck wurde ein mögliches Unterrichtskonzept entwickelt, in dem Wissensvermittlung anhand des Raspberry Pi unter der Verwendung der Making-Prinzipien angestrebt wurde. Dieses entwickelte Unterrichtskonzept wurde in weiterer Folge in einem schulischen Rahmen durchgeführt. Im Zuge der praktischen Durchführung wurden, durch den Einsatz einer dreiteiligen Methodenauswahl unterschiedliche Daten erhoben, die die Klärung der Forschungsfragen ermöglichen sollten.

Die Auswertung der Daten gibt nicht nur Aufschluss über die Vielschichtigkeit, die sich im Einsatz von alternativen, didaktischen Methoden im schulischen Kontext ergeben, sondern lässt auch den Schluss zu, dass unter der Berücksichtigung bestimmter Einschränkungen Making-Aktivitäten gut in den schulischen Unterricht integrierbar sind. Im weiteren Verlauf dieses Kapitels werden unterschiedliche Schlussfolgerungen, die in der Analyse der Daten gezogen wurden, in einem schulischen Kontext diskutiert.

Forschungsfrage: Wie können Making-Aktivitäten unter der Verwendung eines Raspberry Pi in den Schulunterricht Einzug erhalten?

1.6.1 Zeit

Bereits in der Planungsphase wurde erkannt, dass Making-Aktivitäten auf Grund ihrer Konzeption in der üblichen 50-Minuten Stundenstruktur, die im österreichischen Schulsystem üblich ist, nicht besonders einfach integriert werden können. Auch wenn, wie in Kapitel 1.2 dargelegt ist, andere Überlegungen zu der Entscheidung geführt haben das Unterrichtskonzept in der Veranstaltungsform eines Workshops zu planen, kann diese Entscheidung durch die Analyse der Durchführung verifiziert werden.

Eine akkurat geführte Analyse der, von den teilnehmenden Personen vorgenommenen Stationswechsel gibt Auskunft darüber, dass die ersten Stationswechsel von den Teilnehmerinnen und Teilnehmer erst in einem Zeitraum von 85 Minuten bis 100 Minuten nach Beginn der Arbeitsphase durchgeführt wurden. Auf Kapitel 1 verweisend, wird das Unterrichtsfach Informatik im österreichischen Schulsystem üblicherweise in einem Umfang von zwei Unterrichtsstunden à 50 Minuten geblockt abgehalten. Bei derart zeitintensiven Arbeitsphasen an nur einer Station erscheint es wenig sinnvoll, Making-Aktivitäten in einer gewöhnlichen Schulstundenstruktur abzuhalten.

Die einfache Verortung der Making-Aktivitäten, sowohl im Lehrplan der Informatik als auch im Lehrplan der bildnerischen Erziehung, welche bereits in Kapitel 4.5 genauer beschrieben wurden, eröffnet die Anregung einer kooperativen Unterrichtsform in der Making-Aktivitäten gut integriert werden könnten. In einem derartigen Unterrichtskonzept könnten zahlreiche Bildungsziele beider Unterrichtsfächer (siehe Kapitel 4.5) umgesetzt werden. Darüber hinaus könnte auf vergleichsweise einfachem Wege ein abgeschlossener zeitlicher Rahmen von 200 Minuten geschaffen werden, in dem Schülerinnen und Schüler annähernd so viel Zeit hätten, um sich mit unterschiedlichen Lehrinhalten intensiv auseinanderzusetzen, wie es im durchgeführten Workshop der Fall war.

1.6.2 Motivation

Auf Grund der in der Durchführung aufgetretenen Motivationsprobleme, die bei den teilnehmenden Personen unterschiedlich deutlich beobachtbar waren, wurden in der Analyse unterschiedliche Ursachen angesprochen, auf denen die folgenden Empfehlungen basieren.

So sollte bei der Gestaltung der unterschiedlichen Stationsaufgaben darauf geachtet werden, dass alle Aufgaben in etwa demselben Schwierigkeitsgrad entsprechen. Wählen Schülerinnen und Schüler zu Beginn einer Arbeitsphase hoch motiviert eine Station, in deren Verlauf sie vergleichsweise mit wenigen Problemstellungen konfrontiert sind, erleben sie relativ früh/bald erste Erfolgserlebnisse. Ergibt sich allerdings bei einem nachfolgenden Stationswechsel ein großer Level-Unterschied,

folgt daraus der logische Schluss, dass die Schülerin oder der Schüler auf der Grundlage der Erfahrungen, die diese oder dieser in der vorhergehenden Station gesammelt hat, eine wahrgenommene ‚Ewigkeit‘ kein Erfolgserlebnis eintritt. Daraus ergibt sich, dass der Level der Motivation der Schülerin oder des Schülers bei Ausbleiben eines Erfolgserlebnisses sinken könnte und deshalb, wie auch in der Analyse der Beobachtung ausgewertet wurde, zuvor gefasste Ziele verworfen werden könnten und es dazu führen könnte, dass Making- Aktivitäten abgebrochen werden.

Des Weiteren ergaben sich in der Auswertung der Beobachtung der Fragebögen in unterschiedlicher Deutlichkeit die Nachteile der Veranstaltung des Workshops am Nachmittag. Making- Aktivitäten fordern von den Lernenden sichtlich ständigen, aktiven Einsatz, der auch scheinbar entsprechend viel Energie und Konzentration kostet. Obwohl Schülerinnen und Schüler sich in den Making-Aktivitäten facettenreich ausleben können (kreativ, selbstbestimmt, kooperativ, etc.), kann sich zunehmende Müdigkeit, besonders in einer Problemlösungsphase, schnell negativ auswirken und auf eine aufkommende Motivationslosigkeit nahezu katalytischen Einfluss haben.

Aus diesem Grund sollte versucht werden, ein solches Unterrichtskonzept vorzugsweise zu einer Tageszeit abzuhalten, in der Lernende besonders leistungsbereit sind. Siepmann und Salzberg-Ludwig (2006) erarbeiteten in Anlehnung an die Forschung von Rothfuchs (1995), wie die Abbildung 8 zeigt, die Tageszeit zehn Uhr vormittags, als jene mit der höchsten Leistungsbereitschaft. Ferner bestätigt die Abbildung die in der Analyse getätigte Annahme, dass der gewählte Zeitpunkt für die Durchführung des Workshops aus der leistungsbereitschaftlichen Sicht ungünstig gewählt wurde.

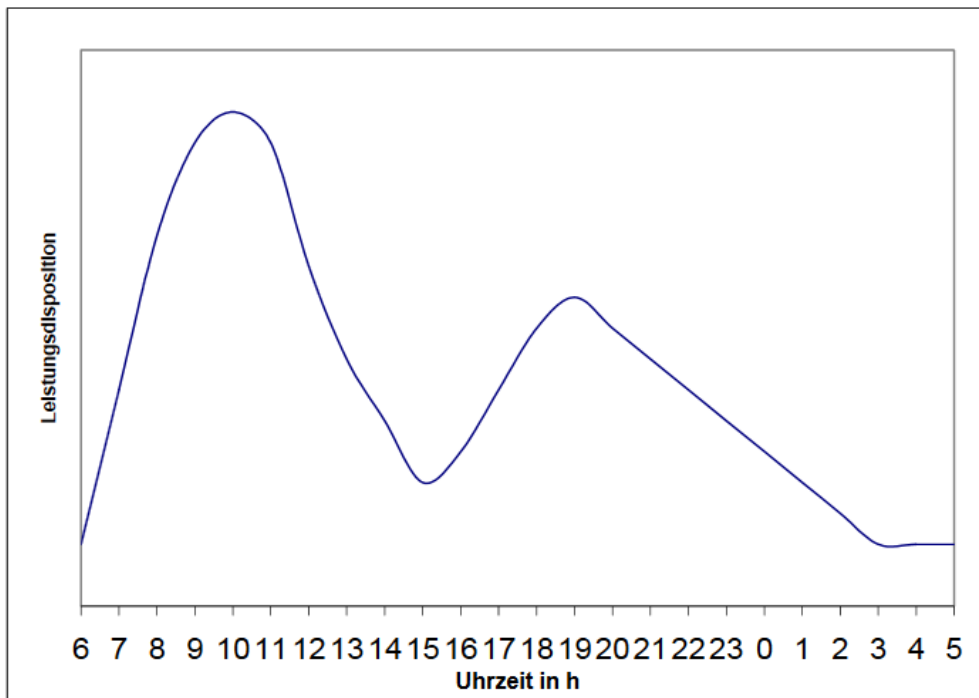


Abbildung 8: Physiologische Leistungskurve – Beziehung zwischen Tageszeit und Leistungsbereitschaft (Siepmann & Salzberg-Ludwig, 2006, S. 98; in Anlehnung an Rothfuchs, 1995, S. 135)

Überdies gilt die Empfehlung, die Lerninhalte eines solchen Konzepts an die Interessen der Schülerinnen und Schüler anzupassen, da die Entscheidung für die Auseinandersetzung mit einem bestimmten Inhalt Lernenden-zentriert getroffen wird, und diese, wie es auch die Auswertung der Analyse gezeigt hat, vorwiegend nach den persönlichen Interessen getroffen werden.

1.6.3 Gruppenszusammensetzung hinsichtlich Altersheterogenität

Die Auswertung der im Workshop erhobenen Daten konnte die in Kapitel 1.2 dargelegten Vorteile des Lernens (und Arbeitens) in altersheterogenen Gruppen nicht bestätigen. Allerdings konnten auch keine repräsentativen Ergebnisse erzielt werden, da nur ein einziger Schüler merklich jünger war. Es kann allerdings vorsichtig davon abgeraten werden, einzelne Schülerinnen oder Schüler einer anderen Schulstufe (im Vergleich zum Rest der teilnehmenden Gruppe), die infolge der schulischen Strukturierung auch einen altermäßigen Kontrast aufweisen, in die Unterrichtsform zu integrieren. Auf diese Weise können mögliche gruppensdynamische Schwierigkeiten wie zum Beispiel sich in eine fremde Gruppe einbringen gemildert oder möglicherweise auch umgangen werden.

1.6.4 Förderung von Programmierkompetenzen

Ein zentrales Feld der Schulinformatik, welches auch in der Lehrstoffempfehlung des Lehrplans für das Unterrichtsfach Informatik¹¹⁶ (10. – 12. Schulstufe) enthalten ist, stellt die Vermittlung unterschiedlicher Programmierkonzepte dar. Eine Prüfung des umfangreichen Angebots¹¹⁷ der Einsatzmöglichkeiten des Raspberry Pi in Bildungskontexten, welche auf der offiziellen Raspberry Pi -Homepage gefunden werden können und kostenlos genutzt werden dürfen, zeigt deutlich das zentrale Anliegen der Vermittlung von Programmierkompetenzen, das mit dem Einsatz eines Raspberry Pi einhergeht. Diesem Anliegen entsprechend wurden im Rahmen des Workshops zwei unterschiedliche Formen der Programmierung umgesetzt. Es wurde sowohl visuelle Programmierung in der Anwendung der Scratch-Programmierung umgesetzt als auch textbasierte Programmierung in der Anwendung der Sonic-Pi-Programmierung. In diesem Zusammenhang konnten unterschiedliche Beobachtungen getätigt werden, die unterschiedliche Empfehlungsanregungen zur Diskussion stellen.

Die Auswertung der gestalteten digitalen Produkte zeigt, dass aus der Sicht der Schulinformatik wenig Programmierkompetenz in der Arbeit mit den Sonic Pi gefördert wurde. Obwohl eine Fülle unterschiedlicher Algorithmen und Datenstrukturen in dieser Software implementiert wurden und auf Grund der Konzeption auch zu einer entdeckenden Auseinandersetzung damit anregen sollten, wurde in der Gestaltung der digitalen Produkte nur ein absolutes Minimum unterschiedlicher Befehlssätze verwendet, um ein Gestaltungsziel erreichen zu können. Grundlegende Programmierstrukturen, wie die Verwendung einer Schleife, einer Abfrage oder eines Funktionsaufrufs, entzogen sich in der praktischen Anwendung jeglicher Relevanz. In der Arbeit mit visuellen Programmiersprachen wie Scratch, in denen das Verständnis und die Anwendung der Programmierstrukturen das zentrale Anliegen der Software darstellt, konnten in der praktischen Anwendung im Rahmen des Workshops Programmierkompetenzen eindeutig intensiver gefördert werden.

¹¹⁶ Vgl. https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_oberstufe.html [abgerufen am 07.05.2016].

¹¹⁷ Vgl. <https://www.raspberrypi.org/education/> [abgerufen am 07.05.2016].

Auf der Grundlage dieser Analyse sollten Überlegungen angestellt werden, wie textbasierte Programmierung im Rahmen der Making–Raspberry-Pi–Konstellation zentraler gefördert werden könnten. Es bedarf zuvor allerdings eines Verweises auf die Arbeit von Eckart Modrow (2011), der die Frage zu lösen versucht, welche Programmierform (visuelle Programmierung, textbasierte Programmierung) in der Schulinformatik intensiver gefördert werden sollte.

So genannten „Einsteigerprogrammiersprachen“ wie Scratch wird häufig der berechnete Vorwurf gemacht, über einen sehr begrenzten Rahmen von Möglichkeiten in der Programmierung zu verfügen, die den Anwender schnell an Grenzen stoßen lässt. Durch die Erweiterung um eine *Built your own blocks* (BYOB)-Komponente, die zum Beispiel in Scratch ab der Version 1.4 integriert ist, wurde dieser Kritik Sorge getragen. Modrow (2011) kommt in seinen Ausführungen zu dem Schluss, dass ein übermäßiger Einsatz von visuellen Programmiersprachen in der Vermittlung und Förderung von Programmierkompetenzen als sinnvoll zu erachten ist.

Diese Einschätzung beruht primär auf der zeitschonenden und einfacheren Umsetzung zentraler Programmierstrukturen und Algorithmen in der visuellen Programmierung, da der Lernprozess der Vermeidung von Syntaxfehlern in dieser Form keine Gegenständlichkeit besitzt. Hinsichtlich einer Verdrängung aus dem Informatikunterricht nennt er folgende Punkte die zu bedenken seien: Die textbasierte Programmierung wird (auch) von den Lernenden als die einzig „echte, wahre“ Programmierform eingeschätzt, und diese Wahrnehmung ist in der Gestaltung der Unterrichtsinhalte jedenfalls ernst zu nehmen. Die textbasierte Programmierung gewährt hinsichtlich einer beruflichen Orientierung einen praxisnahen Einblick und sie ist in einzelnen Anwendungen wie der Umsetzung „richtiger“ mathematischer Formeln, die einen erhöhten Rechenaufwand nach sich ziehen, sinnvoller.

Es kann im Kontext der dargebotenen Argumente ein verstärkter Einsatz der visuellen Programmierform in einem Making–Raspberry-Pi–Konzept empfohlen werden. Die Programmierung elektronischer Hardwarekomponenten erzielte, wie auch die Analyse bestätigt, gute Ergebnisse. In der Vermittlung und Förderung von Programmierkompetenzen in der textbasierten Form sollten Überlegungen hinsichtlich dem Einsatz konkreter Impulsaufgaben und der vermehrten Verwendung von

plakativen Beispielcodes, in denen einzelne Programmierstrukturen gut nachvollziehbar umgesetzt wurden, angestellt werden.

1.7 Zusammenfassung und Ausblick

Die Raspberry Pi Foundation gab im Oktober 2015 bekannt, dass sie mehr als sieben Millionen¹¹⁸ Raspberry Pi -Platinen seit dem Verkaufsstart im Sommer 2011 weltweit verkauft hatten. Die Anzahl der stetig steigenden deutschsprachigen Blogs, die diese Platine zum Thema haben, gibt Aufschluss darüber, dass sich der Computer im Kreditkarten-Format auch in deutschsprachigen Ländern wie Österreich großer Beliebtheit erfreut. Immerhin konnte durch die Befragung der teilnehmenden Personen ermittelt werden, dass 50% zumindest vor dem Workshop wussten, was unter dem Marken Namen Raspberry Pi verstanden wird.

Auch die Maker-Bewegung ist bereits in Österreich angekommen. So listet die Webseite *makerszene.at* ein Angebot von 29 österreichischen Einrichtungen (Makerspaces, Fab Labs, Projekte mit ähnlichem Konzept) in denen Maker gestalten und entwickeln können. Auch die im April 2016 veranstaltete Maker Faire, die weltweit größte Veranstaltung für Maker und Bastler¹¹⁹, die in der österreichischen Hauptstadt Wien veranstaltet wurde¹²⁰, lässt eine Verwurzelung der Bewegung in der österreichischen Bevölkerung erahnen.

Auf der Grundlage dessen, dass diese Themen in der gesellschaftlichen Wahrnehmung verankert sind, ist auch ein, wie in der Einleitung dieser Arbeit bereits erwähnter schulischer Bezug entsprechend als Beispiel der Forderung des Lehrplans des Unterrichtsfachs Informatik herzustellen: „Die Themen sind dabei so auszuwählen, dass sie vielseitige Bezüge aus der Lebens- und Begriffswelt der Jugendlichen aufgreifen.“¹²¹

¹¹⁸ Vgl. <https://www.raspberrypi.org/blog/senior-pi/> [abgerufen am 10.05.2016].

¹¹⁹ Vgl. <http://futurezone.at/digital-life/die-maker-faire-kommt-2016-nach-oesterreich/157.513.769> [abgerufen am 07.05.2016].

¹²⁰ Vgl. <http://futurezone.at/digital-life/make-it-green-wenn-maker-die-welt-besser-machen/195.613.336> [abgerufen am 07.05.2016].

¹²¹ Vgl. https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_oberstufe.html [abgerufen am 07.05.2016].

Dementsprechend wurde dieser Arbeit die Frage vorausgestellt, wie Prinzipien der Making-Bewegung, adaptiert in Making-Aktivitäten unter der Verwendung einer Raspberry-Pi-Platine in einer schulischen Struktur Einsatz finden können. Im Folgenden sollen die wesentlichen Punkte und Erkenntnisse, die im Rahmen des durchgeführten Schulversuchs herausgearbeitet werden konnten, zusammengefasst werden:

- Making-Aktivitäten werden von den Schülerinnen und Schülern gut angenommen. Schüler arbeiten über weite Strecken konzentriert, lassen sich kaum ablenken, tauschen sich über ihre Produkte aus und sind versucht Problemstellungen selbstständig zu lösen.
- Schülerinnen und Schüler arbeiten lieber im Gruppenverband. Dabei wurden unterschiedlichen Teamrollen innerhalb einer Gruppe festgemacht, die auch Auskunft über die Intensität der Teilnahme am Geschehen geben. Es konnte allerdings keine Teamrolle identifiziert werden, die eine Teilnahme am Gruppengeschehen über weite Strecken ausschließt.
- Vorteile altersgemischter Gruppen, die besonders in der Reformpädagogik hervorgehoben werden, konnten im Rahmen des Workshops nichts festgestellt werden. Vielmehr erwies sich diese Konstellation für einen Schüler als ein gruppendynamisches Hindernis.
- Lernumgebungen und Aufgabenstellungen, in denen multimediale Inhalte integriert sind, werden von Schülerinnen und Schülern dieses Bundesgymnasiums (Oberstufe) besser angenommen.
- Im Rahmen der Making- Aktivitäten konnten keine genderspezifischen Unterschiede hinsichtlich Verhalten, Materialwahl oder Gestaltung festgestellt werden.
- Darüber hinaus bekräftigten die teilnehmenden Lehrpersonen den Erfolg den Lernenden-orientierte Gestaltungsprozesse leisten können. Allerdings schienen sie von dem Konzept nicht vollständig überzeugt zu sein und gaben aus diesem Grund auch an, dass sie diese nur punktuell einsetzen würden.

Inwiefern ein Konzept in dieser Form in einer gewöhnlichen Schulklasse, in der nicht alle Schülerinnen und Schüler Interesse am Making oder am Raspberry Pi mitbringen, funktionieren würde, konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht eindeutig festgestellt werden. Auch der Einsatz des Konzepts über einen längerfristigen Zeitraum wurde im Rahmen dieses Projekts nicht erhoben und könnte deshalb Gegenstand zukünftiger Forschung sein.

Literaturverzeichnis

Abel, G. (Ed.). (2006). Kreativität: XX. Deutscher Kongreß für Philosophie, 26. - 30. September 2005 an der Technischen Universität Berlin ; Kolloquienbeiträge. Hamburg: Meiner.

Albers, S., Klapper, D., Konradt, U., Walter, A. & Wolf, J. (2009). Methodik der empirischen Forschung (3., überarbeitete und erweiterte Auflage). Wiesbaden, s.l.: Gabler Verlag.

Anderson, C. (2012). Makers: The new industrial revolution (First paperback edition). New York: Crown Business.

Annas, R. (Ed.). (2004). Deutsch als Herausforderung: Fremdsprachenunterricht und Literatur in Forschung und Lehre ; Festschrift für Rainer Kussler. Stellenbosch: Sun Press.

Atteslander, P. & Cromm, J. (2003). Methoden der empirischen Sozialforschung (10., neu bearb. und erw. Aufl., 104. - 111. Tsd). De-Gruyter-Studienbuch. Berlin: De Gruyter.

Bartmann, E. (2013). Die elektronische Welt mit Raspberry Pi entdecken: [mit dem Raspberry Pi messen, steuern und spielen ; den Raspberry Pi clever erweitern ; mit Python und C den Raspberry Pi programmieren] (1. Aufl.). O'Reillys basics. Beijing: O'Reilly.

Bartmann, E. (2015). Faszinierende Elektronik-Projekte mit Scratch, Raspberry Pi und Arduino (1. Aufl.). O'Reillys basics. Köln: O'Reilly.

Baur, N. & Blasius, J. (Eds.). (2014). Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer VS.

Bernd Kling. (2013). Die Geschichte des Raspberry Pi. <http://www.zdnet.de/88142428/die-geschichte-des-raspberry-pi/> [abgerufen am 25.04.2016].

Berufsverband Deutscher Soziologen. (2002). Ethik-Kodex der Deutschen Gesellschaft für Soziologie (DGS) und des Berufsverbandes Deutscher Soziologen (BDS): Berufsverband Deutscher Soziologen.

BIFIE. (2011). Bildungsstandards in Österreich: Überprüfung und Rückmeldung. Salzburg. https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_ueberpruefung-und-rueckmeldung_2011_08.pdf [abgerufen am 27.04.2016].

Bortz, J. & Döring, N. (2006). Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und

Sozialwissenschaftler: Springer Berlin Heidelberg.

Byfield, B. Eben Upton und die Raspberry Pi Foundation. Raspberry Pi Geek Magazin. <http://www.raspberry-pi-geek.de/Magazin/2013/05/Eben-Upton-und-die-Raspberry-Pi-Foundation>.

Campana Schleusener, S. (2012). Kinder unterstützen Kinder: Hilfestellungen in heterogenen Schulklassen. Univ., Diss.--Bern, 2012 (1. Aufl.). Prisma: Bd. 16. Bern: Haupt.

Cavalcanti, G. (2013). Is it a Hackerspace, Makerspace, TechShop, or FabLab? <http://makezine.com/2013/05/22/the-difference-between-hackerspaces-makerspaces-techshops-and-fablabs/> [abgerufen am 10.05.2016].

Döring, N. & Bortz, J. (2016). Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften (5. vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage). Springer-Lehrbuch. Berlin, Heidelberg: Springer.

Ebner, M. & Schön, S. (Eds.). (2013). Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien (2. Aufl.). Berlin: epubli GmbH.

Eisewicht, P., Grenz, T. & Pfadenhauer, M. (Eds.). (2012). Techniken der Zugehörigkeit: Universität Karlsruhe Universitätsbibliothek.

Fastermann, P. (2013). Die Macher der dritten industriellen Revolution: Das Maker Movement. Norderstedt: Books on Demand.

Felder-Puig, R., Hofmann, F. & Grandy, S. Die moderne Schule benötigt andere Zeitstrukturen. Wien. Retrieved from Ludwig Boltzmann Institut website: https://www.bmbf.gv.at/schulen/sb/schule_zeitgestaltung_zus.pdf?51ae2s

Flick, U. (2004). Triangulation: Eine Einführung. Qualitative Sozialforschung: Vol. 12. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Gehrig, M., Gardiol, L. & Schaerrer, M. (2010). Der MINT-Fachkräftemangel in der Schweiz: Ausmass, Prognose, konjunkturelle Abhängigkeit, Ursachen und Auswirkungen des Fachkräftemangels in den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik.

Gläser, J. & Laudel, G. (2010). Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen (4. Auflage). Lehrbuch. Wiesbaden: VS Verlag.

Gold, H. (1978). Do it yourself. In B. Schneider & U. Ranft (Eds.), DIY. Die Mitmach-Revolution ; [... anlässlich der Ausstellung "Do it yourself: die Mitmach-Revolution" im Museum für Kommunikation Frankfurt vom 25. August 2011 bis 19. Februar 2012]

Unter Mitarbeit von Annabelle Hornung (pp. 1–6). Frankfurt am Main, Mainz a Rhein: Museum für Kommunikation: Ventil-Verlag(Kataloge der Museumsstiftung Post und Telekommunikation, 29).

Groeben, N. & Hurrelmann, B. (Eds.). (2006). Empirische Unterrichtsforschung in der Literatur- und Lesedidaktik: ein Weiterbildungsprogramm. Weinheim und München: Juventa-Verlag.

Häder, M. (2015). Empirische Sozialforschung: Eine Einführung (3. Aufl.). Wiesbaden: Springer VS.

Halverson Rosenfeld, E. & Sheridan, K. (2014). The Maker Movement in Education. Harvard Educational Review, 84(4), 495–504 [abgerufen am 29.04.2016].

Hatch, M. (2013). The maker movement manifesto: Rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers. New York: McGraw-Hill Education.

Held, S. (2010). Die do-it-yourself-Kultur. http://d-q-e.net/akademie/akademie_diy-held.pdf [abgerufen am 10.05.2016].

Hopf, C. (2016). Schriften zu Methodologie und Methoden qualitativer Sozialforschung: Herausgegeben von Wulf Hopf und Udo Kuckartz (1. Auflage). Wiesbaden: Springer VS.

Ilieva, V. (2010). LEGO and LOGO in the primary school—a simple way for learning through creation. Proceedings of Constructionism.

Klößner, J. & Friedrichs, J. (2014). Gesamtgestaltung des Fragebogens. In N. Baur & J. Blasius (Eds.), Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung (pp. 675–686). Wiesbaden: Springer VS.

Knauer, S. & Durdel, A. (Eds.). (2006). Die neue Ganztagschule.: gute Lernbedingungen gestalten. Basel: Beltz.

Knierim, B., Gerber, B. & Labudde, P. (2004). Lehr-Lern-Kultur im Physikunterricht - eine Videostudie. In A. Pitton (Ed.), Chemie- und physikdidaktische Forschung und naturwissenschaftliche Bildung (pp. 39–41). Münster: Lit Verlag.

Kraft, M. (2014). Die Maker Bewegung: Woher kommt sie? Welche Werkzeuge befähigen sie? Wohin führt sie? http://www.franzrosenberger.de/wp-content/uploads/2015/04/makers_FINAL_screen.pdf [abgerufen am 10.05.2016].

Le, S., Weber, P. & Ebner, M. (2013). Game-Based Learning: Spielend Lernen? In M. Ebner & S. Schön (Eds.), Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien (2nd ed.). Berlin: epubli GmbH. <http://l3t.tugraz.at/HTML/game/1377092084ausblick-durchdringt-uns-die-gamification/>.

- Lenk, H.** (2006). Postmoderne Kreativität - auch in Wissenschaft und Technik? In G. Abel (Ed.), *Kreativität. XX. Deutscher Kongreß für Philosophie*, 26. - 30. September 2005 an der Technischen Universität Berlin ; Kolloquienbeiträge (pp. 260–290). Hamburg: Meiner.
- Mangold, U. & Kunert, A.** (2011). Qualitative Beobachtungsverfahren. In G. Naderer & E. Balzer (Eds.), *Qualitative Marktforschung in Theorie und Praxis. Grundlagen - Methoden - Anwendungen* (2nd ed., pp. 303–320). Wiesbaden: Gabler Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden.
- Martinez Libow, S. & Stager, G.** (2013). *Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom*. Torrance Calif.: Constructing Modern Knowledge Press.
- McManus, S. & Cook, M.** (2014). *Raspberry Pi für Dummies: [Entdecken Sie den Alleskönner im Hosentaschenformat ; Auf einen Blick: den Raspberry Pi anschließen und Linux installieren ; Text- und Bildbearbeitung sowie andere Software nutzen ; mit Python und Scratch programmieren lernen ; elektronische Bauteile ansteuern und eigene Spiele basteln]* (1. Aufl.). ... für Dummies. Weinheim: Wiley-VCH.
- Menges, R.** *Montessoripädagogik – Die Entdeckung des Kindes*. Universität Innsbruck.
- Meuser, M. & Nagel, U.** (2009). Das Experteninterview—konzeptionelle Grundlagen und methodische Anlage. In S. Pickel, G. Pickel, H.-J. Lauth, & D. Jahn (Eds.), *Methoden der vergleichenden Politik- und Sozialwissenschaft* (pp. 465–479). Wiesbaden: Springer.
- Modrow, E. (Ed.)** 2011. *Visuelle Programmierung-oder: Was lernt man aus Syntaxfehlern?*
- Montessori, M.** (1989). *Schule des Kindes. Montessori-Erziehung in der Grundschule* (3. Aufl.). Freiburg, Basel, Wien: Herder.
- Montessori, M. & Oswald, P.** (1967). *Grundgedanken der Montessori-Pädagogik*. Schriften des Willmann-Instituts München-Wien. Freiburg/Brsg.: Herder.
- Naderer, G. & Balzer, E. (Eds.)**. (2011). *Qualitative Marktforschung in Theorie und Praxis: Grundlagen - Methoden - Anwendungen* (2., überarbeitete Auflage). Wiesbaden: Gabler Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden.
- Papert, S.** (1993). *Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas*. New York: Basic Books.
- Papert, S.** (1999). *The eight big ideas of the constructionist learning laboratory*. 2007 im Rahmen der Publikation von Stager: *An investigation of constructionism in the*

Maine Youth Center veröffentlicht. South Portland, Maine. <http://stager.org/articles/8bigideas.pdf#page=1&zoom=auto,-169,608> [abgerufen am 30.04.2016].

Pickel, S., Pickel, G., Lauth, H.-J. & Jahn, D. (Eds.). (2009). Methoden der vergleichenden Politik- und Sozialwissenschaft. Wiesbaden: Springer.

Pitton, A. (Ed.). (2004). Chemie- und physikdidaktische Forschung und naturwissenschaftliche Bildung. Münster: Lit Verlag.

Przyborski, A. & Wohlrab-Sahr, M. (2014). Qualitative Sozialforschung: Ein Arbeitsbuch: De Gruyter.

Quaiser-Pohl, C. (2012). Mädchen und Frauen in MINT: Ein Überblick. In H. Stöger (Ed.), Lehr-Lern-Forschung: Vol. 1. Mädchen und Frauen in MINT. Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten. Berlin: Lit-Verl.

Roth, G. (2004). Warum sind Lehren und Lernen so schwierig? Zeitschrift für Pädagogik, 50(4), 496–506, URL:<http://www.pedocs.de/volltexte/2011/4823/> [abgerufen am 20.04.2016].

Schnabel, P. (2007). Elektronik-Fibel: Elektronik, Bauelemente, Schaltungstechnik, Digitaltechnik (4. Aufl.). Norderstedt: Books on Demand.

Schneider, B. & Ranft, U. (Eds.). (1978). DIY. Die Mitmach-Revolution ; [... anlässlich der Ausstellung "Do it yourself: die Mitmach-Revolution" im Museum für Kommunikation Frankfurt vom 25. August 2011 bis 19. Februar 2012] Unter Mitarbeit von Annabelle Hornung. Frankfurt am Main, Mainz a Rhein: Museum für Kommunikation: Ventil-Verlag(Kataloge der Museumsstiftung Post und Telekommunikation, 29).

Schön, S., Boy, H., Brombach, G., Ebner, M. & Kleeberger, J. (2016). Einführung zu Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. In S. Schön, M. Ebner, & K. Narr (Eds.), Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen: Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten (pp. 8–24). Books on Demand.

Schön, S., Ebner, M. & Narr, K. (Eds.). (2016). Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen: Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten: Books on Demand.

Schön, S., Ebner, M. & Kumar, S. (2014). The Maker Movement. Implications of new digital gadgets, fabrication tools and spaces for creative learning and teaching. eLearning Papers, eLearning Papers Special edition, 86–100.

Schreier, M. (2006). Qualitative Auswertungsverfahren. In N. Groeben & B. Hurrelmann (Eds.), Empirische Unterrichtsforschung in der Literatur- und Lesedidaktik:

- ein Weiterbildungsprogramm (pp. 421–442). Weinheim und München: Juventa-Verlag.
- Schubach, M. & Beermann, S.** (2015). Workshops: Vorbereiten, Durchführen, Nachbereiten.: Haufe Lexware.
- Schubert, S. & Schwill, A.** (2011). Didaktik der Informatik (2. Aufl.). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Shea, T.** (2014). Getting to Know Lego Mindstorms: Rosen Publishing Group, Incorporated.
- Siepmann, G. & Salzberg-Ludwig, K.** (2006). Bedeutung von Rhythmus und Struktur für die Schul- und Unterrichtsgestaltung. In S. Knauer & A. Durdel (Eds.), Die neue Ganztagschule. gute Lernbedingungen gestalten (pp. 93–98). Basel: Beltz.
- Stager, G. S.** (2007). An investigation of constructionism in the Maine Youth Center: University of Melbourne, Department of Education.
- Stöger, H. (Ed.).** (2012). Lehr-Lern-Forschung: Vol. 1. Mädchen und Frauen in MINT: Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten. Berlin: Lit-Verl.
- Wolf, M. & McQuitty, S.** (2011). Understanding the do-it-yourself consumer: DIY motivations and outcomes. *AMS review*, 1(3-4), 154–170.
- Zarinpoush, F.** (2006). Project Evaluation Guide for Nonprofit Organizations: Fundamental Methods and Steps for Conducting Project Evaluation. http://sectorsource.ca/sites/default/files/resources/files/projectguide_final.pdf.

Anhang

Anhang A - Aufbau und Verlaufsplanung des Raspberry Pi Making Workshops	127
Anhang B - Fragenkatalog der Analyse.....	128
Anhang C - Cheatsheet Station 1.....	129
Anhang D - Cheatsheet Station 2	131
Anhang E - Cheatsheet Station 3.....	133
Anhang F - Interview mit der Lehrperson	135
Anhang G - Fragebogen.....	136

Anhang A - Aufbau und Verlaufsplanung des Raspberry Pi Making Workshops

Zeit	Phase des Workshopverlaufs	Geplanter Ablauf der Phase	Arbeitsform
13.45 Uhr	Ankommen der Teilnehmer		
ab 13.50 Uhr	Organisation	Ausgabe der ID Cards Prüfung der Anwesenheit Absammeln der Elternerklärung Schaffung eines entspannten Klimas durch Pause inklusive bereitgestellten Snack	gemütliche Atmosphäre
14.05 Uhr	Einführung in den Workshop	Vorstellung der Raspberry Klärung des weiteren Verlaufs Gemeinsamer Rundgang durch die Stationen	Unterrichtsgespräch ¹²²
14.30 Uhr	Arbeitsphase	Freie Wahl der Station ohne zeitliche oder Lernfortschritts – orientierte Bindung, der sozialen Arbeitsform, der Ausrichtung und des Verlaufs der Gestaltung des Produkts.	Making-Aktivitäten
17.30 Uhr	Sammlung der Ergebnisse	Betreuende Personen machen die Schülerinnen und Schüler darauf aufmerksam, dass die Arbeitszeit in 15 Minuten endet. Betreuende Personen sammeln unter Berücksichtigung der Zustimmung der Urheber die Ergebnisse der Making-Aktivitäten.	Making-Aktivitäten
17.45 Uhr	Präsentation der Ergebnisse	gemeinsame, nicht wertende Präsentation der Ergebnisse	gemütliche Atmosphäre
18.00 Uhr	Ausfüllen des Fragebogen und Verabschiedung	Teilnehmerinnen und Teilnehmer füllen Evaluations - Fragebogen aus Verabschiedung	

¹²² Vgl. http://studienseminar.rlp.de/fileadmin/user_upload/studienseminar.rlp.de/gs-kus/bilder/Das_Unterrichtsgespraech.pdf [abgerufen am 29.04.2016].



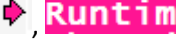
Anhang B - Fragenkatalog der Analyse

- (1) Welche Stationen sind stärker frequentiert? Wie häufig wechseln Schülerinnen und Schüler die Station? Wie lange bleiben sie an einer Station?*
- (2) Ist ein ausschlaggebender Grund ersichtlich, der Schülerinnen und Schüler zu einem Stationswechsel veranlasst?*
- (3) An welchen Stationen fällt es Schülerinnen und Schüler schwerer, sich in die Aufgabe einzuarbeiten? Worin bestehen die Probleme? (Methode, Software, Material, Anleitung)*
- (4) Wird an bestimmten Stationen tendenziell produktorientierter/ergebnisorientierter gearbeitet?*
- (5) Wird tendenziell mehr in Gruppen oder einzeln gearbeitet?*
- (6) Wie wirken sich Making -Aktivitäten auf das Sozialverhalten der Schüler aus?*
- (7) Wie verteilen sich die Rollen der Schülerinnen und Schüler innerhalb der Gruppe? Gibt es Schülerinnen und Schüler, die sich überdurchschnittlich viel in den Gruppenprozess einbringen? (Aspekt der Produktivität?) Gibt es Schülerinnen und Schüler, die sich nicht (produktiv) in den Gruppenprozess einbringen?*
- (8) Wie gestaltet sich der Ideenfindungsprozess? Wie viele Ideen werden diskutiert? Wie oft werden Versuche verworfen? Wie schnell sind die Schülerinnen und Schüler mit ihrem Ergebnis zufrieden?*
- (9) Wie kann die subjektiv wahrgenommene Arbeitsmoral beschrieben werden? (Arbeiten Schüler konzentriert? Wie viele Pause machen Schüler?) Wie wird die Stimmung der Schülerinnen und Schüler während der Making- Aktivitäten wahrgenommen? (Ausgelassen? Wie viel wird gelacht? Konzentriert?)*
- (10) Wie oft wird die betreuende Person der Station um Hilfe gebeten? Wie agieren Lehrer in ihrer Betreuer-Rolle?*
- (11) Gibt es genderspezifische Unterschiede in Verhalten und Vorgehen der teilnehmenden Personen?*
- (12) Wie ist das Verhältnis der Schülerinnen und Schüler zum Raspberry Pi? Wie wird die alternative Hardwareumgebung angenommen?*

Anhang C - Cheatsheet Station 1

CHEATSHEET SONIC PI

Dieser kleine Schummel Zettel, den du ganz offiziell im Rahmen dieses Workshops verwenden darfst, soll dir dabei helfen, dich in dem Sonic Pi - Programm schneller zurecht zu finden. Solltest du auf dem Cheatsheet etwas vermissen, so schau in die Hilfe des Sonic Pi, die sich im unteren Drittel des Bildschirms befindet. Oder du fragst einen deiner MitschülerInnen oder eine/n BetreuerIn. Viel Spaß!





BEFEHL	WAS ES MACHT	BEISPIEL
Grundprogramm		
	Spiel deinen Code ab, du hörst deine komponierte Musik	Alt + r
	Stoppt die Musik	Alt + s
 Runtime Error:	Ooops, da ist dir wohl ein Fehler unterlaufen. Der Pfeil zeigt dir, in welcher Zeile das Programm nicht genau weiß, was du meinst. In der Konsole wird auch der Fehler „Runtime Error“ ausgegeben, zusammen mit der jeweiligen Zeilennummer. Sieh dir die Zeile nochmals gut an, achte auf Punkte, Beistriche und Abstände. Überprüfe auch ob du jede Anweisung mit einem „end“ beendet hast. Überprüfe deine Zeile mit Hilfe dieses Cheatsheets, der Hilfe oder frag einen Kollegen.	
Ton erzeugen		
<code>play Zahl, :Buchstabe</code>	Erzeugt einen Piepston. Versuche unterschiedliche Werte, um herauszufinden, welchen Einfluss die Zahl auf den Befehl hat. Wenn du dich mit Noten ein wenig auskennst, kannst du auch diese setzen, um Töne, die der jeweiligen Notenskala entsprechen, zu erzeugen.	<code>play 60</code> <code>play :c</code>
<code>Sleep Zahl</code>	Erzeugt eine Pause. Wichtiges Werkzeug um Töne nacheinander wiederzugeben.	<code>Sleep 0.25</code>
<code>.[Punkt]</code>	Verwende einen Punkt um Kommazahlen anzugeben.	<code>Play 60.50</code>
<code>sample :</code>	Erzeugt unterschiedliche Sounds	<code>sample :ambi_choir</code>
<code>use_synth :</code>	Synthesizer, Töne bestimmter Instrumenten verwenden	<code>use_synth :saw</code>
<code>with_bpm 200</code>	Spielt den Sound mit 200 beats per second	<code>use_bpm 200</code> <code>play 60</code>
<code>play_pattern []</code>	Spielt mehrere Töne nacheinander	<code>play_pattern [40, 65, 80]</code>
<code>play_chord []</code>	Spielt einen Akkord	<code>play_chord [40, 65, 80]</code>

Wiederholen, Effekte und mehr		
4. times	Spielt Sound eine bestimmte Anzahl oft(sleep - Befehl kann hier sehr hilfreich sein)	4. times do play 60 end
loop do	Spielt Sound solange ab bis er von dir beendet wird. (Dauerschleife)	loop do play 60 end
rrand()	Zufallszahl in einem bestimmten Bereich. Lass dich von unterschiedlichen Sounds in ihrer Höhe und Wiederholung überraschen.	play rrand(40, 60)
amp:	Steuere die Lautstärke mit der ein Sound ausgegeben werden soll	play 60, amp: 0.5
pan:	Steuern aus welcher Richtung ein Klang kommen soll. Bereich zwischen -1 und 1	play 60, pan: -1
attack:	Einblenden eines Sounds	sample :ambi_drone, attack: 0.4
release	Ausblenden eines Sounds	sample :ambi_drone, release: 0.8
if one_in(2)	Entweder wird Block 1 oder Block 2 gespielt	if one_in(2) play 40 else play 55 end
in_thread	Block 1 soll genau zur selben Zeit gespielt werden wie Block 2. ACHTUNG(!): Der Thread Block braucht unbedingt auch einen sleep - Befehl.	in_thread do loop do sample :drum_bass_hard sleep 1 end end loop do use_synth :fm play 44 sleep 1 end
define :name	Funktion definieren.	define :yolo do play 55 sleep 1 end 3. times do yolo end
with_fx	Studio Effekt hinzufügen	with_fx :echo do play 60 end

Anhang D - Cheatsheet Station 2

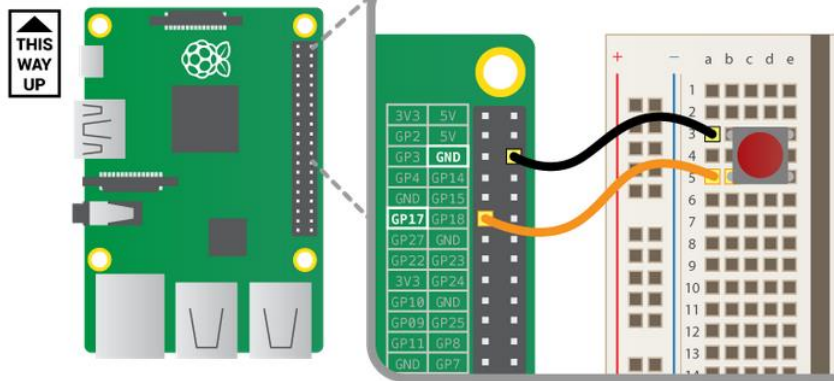
CHEATSHEET STOP MOTION

Dieser kleine Schummel Zettel, den du ganz offiziell im Rahmen dieses Workshops verwenden darfst, soll dir dabei helfen, dich in der Stop-Motion-Station schneller zurecht zu finden. Solltest du auf dem Cheatsheet etwas vermissen, frage einen deiner MitschülerInnen oder eine/n BetreuerIn. Viel Spaß!

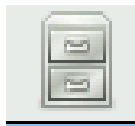
BEFEHL	WAS ES MACHT
Stop Motion Programm	
	Kamera an und abschalten. (!)Schalte die Kamera immer aus, bevor du dir dein bisheriges Stop Motion Video ansiehst.
	Bilder in die Timeline hinzufügen oder entfernen.
	Klick auf das Kamerasymbol(oder Leertaste) knipst ein Foto. Anzahl der Bilder regelt den „Zwiebelschaleneffekt“ - also wie viele deiner alten Bilder du siehst, damit du dich orientieren kannst.
	Sieh dir dein bisheriges Video an.
Datei → Exportieren → Video oder Strg + Alt + V	Du bist mit deinem Video zufrieden? Dann kannst du es auf deinen USB Stick exportieren.
Überlege dir im Vorhinein wie dein Film aussehen soll. Achte auch auf Belichtung, Position, und dass du selbst nicht im Bild bist(Außer du willst das natürlich). Auch die Position der Kamera ist wichtig - also sei kreativ.	

Stop Motion mit Code

Du willst sehen, was mit dem Raspberry Pi noch möglich ist?



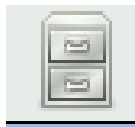
Halte den Pi wie auf der Abbildung. Auf der rechten Seite siehst du Pins in zwei Reihen. Verbinde das schwarze Kabel mit dem 3. Pin von oben in der rechten Reihe. Dies sorgt für die Stromversorgung des Tasters. Verbinde das weiße Kabel mit dem 6. Pin auf der rechten Seite.



Öffne im Dateimanager die Datei *animation.py*. Du siehst hier ein wenig Python Code mit dessen Hilfe du auf Knopfdruck Bilder machen kannst. Du willst Details zu dem Code wissen? Frage den Hauptbetreuer.

F5 Führe den Code mit F5 aus.

Strg + c Bricht das Shooting ab. Drücke die Tastenkombination, und danach nochmals den Auslöseknopf.



Die Bilder befinden sich im Ordner */animation*. Hier kannst du einzelne Bilder löschen und ordnen.



Um aus den Bildern eine Video zu machen, öffne den Terminal und gib folgende Zeile ein:

```
avconv -r 10 -i animation/frame%03d.jpg animation.mp4
```



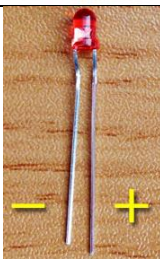

Warte bis wieder der grüne Text `pi@raspberrypi:~ $` erscheint. Dein Video ist exportiert. Du findest es im Dateimanager.

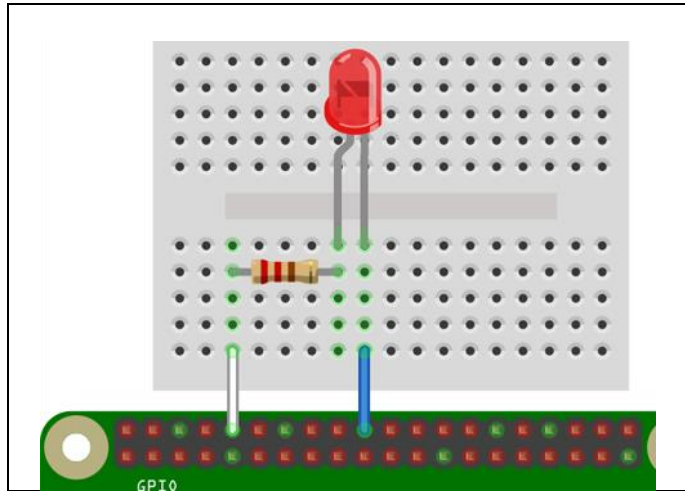
Leider ist der Raspberry Pi noch nicht stark genug um darauf Videos schneiden zu können. Falls du also dein Video noch mit Musik hinterlegen möchtest, wechsle auf einen Windows PC.

Anhang E - Cheatsheet Station 3

CHEATSHEET ROBOT, SCRATCH AND MORE

Dieser kleine Schummelzettel, den du ganz offiziell im Rahmen dieses Workshops verwenden darfst, soll dir dabei helfen, dich in der Scratch-goes-Robot-Station schneller zurecht zu finden. Solltest du auf dem Cheatsheet etwas vermissen, frage einen deiner MitschülerInnen oder eine/n BetreuerIn. Viel Spaß!

BEFEHL	WAS ES MACHT																													
Hardware Programmierung mit dem Raspberry Pi																														
	Öffne ScratchGPIO um mit Scratch die GPIO Pins an deinem Raspberry Pi zu steuern																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Pin No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3.3V</td><td>1 2</td></tr> <tr><td>GPIO2</td><td>3 4</td></tr> <tr><td>GPIO3</td><td>5 6</td></tr> <tr><td>GPIO4</td><td>7 8</td></tr> <tr><td>GND</td><td>9 10</td></tr> <tr><td>GPIO17</td><td>11 12</td></tr> <tr><td>GPIO27</td><td>13 14</td></tr> <tr><td>GPIO22</td><td>15 16</td></tr> <tr><td>3.3V</td><td>17 18</td></tr> <tr><td>GPIO10</td><td>19 20</td></tr> <tr><td>GPIO9</td><td>21 22</td></tr> <tr><td>GPIO11</td><td>23 24</td></tr> <tr><td>GND</td><td>25 26</td></tr> </tbody> </table>	Pin No.		3.3V	1 2	GPIO2	3 4	GPIO3	5 6	GPIO4	7 8	GND	9 10	GPIO17	11 12	GPIO27	13 14	GPIO22	15 16	3.3V	17 18	GPIO10	19 20	GPIO9	21 22	GPIO11	23 24	GND	25 26	Ist der Pi wie im ersten Bild ausgerichtet, haben die Pins folgende Belegung wie im zweiten Bild. GND(Ground) Pins führen 0 Volt und funktionieren wie der Minus Pol einer Batterie. <u>Pin7, 1, 12, 13, 15, 16, 18</u> und <u>22</u> können für die allgemeine Hardwareprogrammierung verwendet werden.
Pin No.																														
3.3V	1 2																													
GPIO2	3 4																													
GPIO3	5 6																													
GPIO4	7 8																													
GND	9 10																													
GPIO17	11 12																													
GPIO27	13 14																													
GPIO22	15 16																													
3.3V	17 18																													
GPIO10	19 20																													
GPIO9	21 22																													
GPIO11	23 24																													
GND	25 26																													
	Eine LED besteht aus einer Kathode(Plus - Pol) und einer Anode(Minus Pol). (!!) <u>LEDS SIND SEHR EMPFINDLICH UND VERTRAGEN DESHALB KEINE DIREKTE SPANNUNG, DIE DER RASPBERRY PI LIEFERT</u> , da diese in jedem Fall ohne vorgeschalteten Widerstand zu hoch ist.																													
	Ein 1kΩ Widerstand (braun - schwarz - rot - gold) ist ausreichend, damit die LED nicht kaputt geht.																													



Versuche nun folgenden Aufbau. Lege dazu das Breadboard(Steckbrett) quer hin. In senkrechter Steckrichtung fließt Strom.

ScratchGPIO



Unter Control und Sensing finden sich einige neue Bausteine, die es im klassischen Scratch Programm nicht gibt. Um GPIO - Pins auf dem Raspberry Pi ansprechen zu können, verwende den Baustein broadcast.



Der kleine Pfeil nach unten, ermöglicht dir einen neuen Zugriff zu generieren. Mit dem Befehl „pin“+die Nummer des Pins(die Zahlen in der Mitte auf der schematischen Darstellung)+derAuswahl “on“ oder “off“, kannst du einzelne Pins an oder abschalten.

Versuche nun ein einfaches Programm zu schreiben, bei dessen Klick auf die grüne Fahne, die Led zu leuchten beginnt.

Kannst du auch ein Programm schreiben, dass die LED blinken lässt? Oder eine kleine Ampelschaltung?

Robot



Der Roboter verfügt über zwei Motoren, die je eines der hinteren Räder antreiben. Jeder Motor verfügt über zwei belegte Pins, die die Richtung des Motors bestimmen.

Solltest du dich fragen, warum auf dem Roboter außer dem Raspberry Pi noch eine Platine zu sehen ist? Der Pi liefert zwar zu hohe Ströme um eine LED damit zu betreiben, aber definitiv zu niedrige um zwei Motoren damit antreiben zu können. Das zweite sehr viel kleiner Board übernimmt die Signale des Pi und liefert sie zusammen mit den höheren Strömen, die vom Batterien Fach(4x AA - Batterien ausgehen) an den jeweiligen Motor weiter.

Motor rechts:	pin 11	pin 13	Motor links:	pin 12	pin 16
---------------	--------	--------	--------------	--------	--------

Welche Pins sollten mit dem Befehl „pin__on“ angesprochen werden, damit der Roboter nach vor fahren kann?

Schreibe ein Programm, dass den Roboter mit der Tastatureingabe PfeilOben(w), PfeilRechts(a), PfeilLinks(d) und PfeilUnten(s) in die jeweilige Richtung steuert. Gelingt es dir, dass der Roboter auch, stoppt, wenn du die Tasten loslässt. Baue mit deinen Teamkollegen aus Karton oder Mappen, einen kleinen Parcours, den du dann mit dem Roboter versuchst zu meistern. Macht des dem kleinen Roboter nicht zu einfach, aber auch nicht zu schwer. Interesse an mehr? Fragt den Workshopleiter nach einer Anleitung für den Ultraschall - Distanzmesser.

Anhang F - Interview mit der Lehrperson

Persönliche Informationen

1. Wie lange sind Sie als InformatiklehrerIn tätig?
2. Der Raspberry Pi war schon vor dem Workshop bekannt/wurde im Unterricht verwendet?
3. Das Making Konzept war schon vor dem Workshop bekannt?

4. Lassen Sie uns über den Workshop sprechen:
 - 1.1. Allgemeiner Eindruck
 - 1.2. Stärken und Schwächen des Workshops
 - 1.3. Ich war überrascht einzelne Schüler bei einem solchen Workshop, der auf Freiwilligkeit beruht anzutreffen?
 - 1.4. Besondere Beobachtungen
 - 1.5. Ich habe das Gefühl die Schüler haben etwas gelernt. Wenn ja, was?
 - 1.6. Passt Making und Raspberry Pi überhaupt zusammen?
 - 1.7. Making aus der Perspektive eines Informatiklehrers/in
 - 1.8. Einsetzbarkeit des Raspberry Pi in der Schule/Unterricht
5. Abschließende Bemerkungen

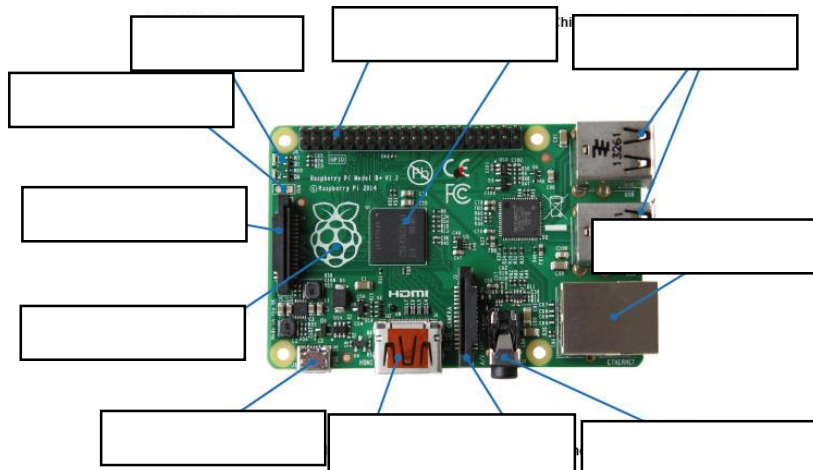
Anhang G - Fragebogen

Evaluation Raspberry Pi Making Workshop	
TeilnehmerNr:	Geschlecht:
Persönliche Einschätzungen:	
Ich bin technisch interessiert.	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
Das Thema Programmierung interessiert mich	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
Der Begriff <i>Raspberry Pi</i> war mir vor dem Workshop bekannt.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Ich bastle gerne	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
Ich bin in handwerklichen Dingen begabt	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
Mathematisches zu verstehen fällt mir leicht	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
Mathematik interessiert mich	
Physik interessiert mich	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
Physik zu verstehen fällt mir leicht	
Das Erlernen einer Sprache fällt mir leicht	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
Sprachen interessieren mich	
Informatik interessiert mich	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
Informatik zu verstehen fällt mir leicht	
Mein handwerkliches Können wird durch meine Familie/Freunde gefördert	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
Ich spiele ein Instrument	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Ich besitze eine Kamera (kein Smartphone)	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
An dem Workshop habe ich teilgenommen weil...	_____ _____ _____
Folgende Stationen habe ich besucht:	<input type="checkbox"/> Sonic Pi <input type="checkbox"/> Stop Motion <input type="checkbox"/> Scratch goes Robot
An folgender Station habe ich mich besonders lange aufgehalten (Bitte gib auch die ungefähre Dauer an und warum)	<input type="checkbox"/> Sonic Pi <input type="checkbox"/> Stop Motion <input type="checkbox"/> Scratch goes Robot _____ _____ _____
Folgende Station hat mir nicht so zugesagt und warum?	<input type="checkbox"/> Sonic Pi <input type="checkbox"/> Stop Motion <input type="checkbox"/> Scratch goes Robot _____ _____ _____
Ich habe ca. Pause gemacht.	<input type="checkbox"/> 5min <input type="checkbox"/> 10min <input type="checkbox"/> 15min <input type="checkbox"/> 20min <input type="checkbox"/> 30min <input type="checkbox"/> 35min <input type="checkbox"/> > 40min
In diesem Workshop hatte ich das Gefühl....	

... dass ich meiner Kreativität Ausdruck verleihen konnte	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
... dass ich mein technischen Wissen erweitern konnte	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
... dass ich mich musikalisch verwirklichen konnte	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
... dass ich mich handwerklich verwirklichen konnte	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
... etwas dazu gelernt zu haben	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
In Zukunft würde ich gerne öfters mit dem Raspberry Pi in der Schule arbeiten.	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
Ich möchte mich in meiner Freizeit mit dem Raspberry Pi mehr auseinandersetzen	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht _____ _____
Ich spiele mit dem Gedanken mir einen Raspberry Pi zuzulegen	<input type="checkbox"/> ganz sicher <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
Ich würde mir mehr Workshops dieser Art wünschen	<input type="checkbox"/> sehr <input type="checkbox"/> eher mehr <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> gar nicht
Abschließende Anmerkungen	_____ _____ _____ _____ _____

Trage die Zahlen in das entsprechende Feld ein. Versuche so viel wie möglich auszufüllen. Das ist kein Test also gibt es auch keine Noten.

1	GPIO Pins	6	HDMI Ausgang - Bildschirm
2	Aktivitäts-LEDs	7	Ethernet(RJ45) - Internet
3	Micro USB für die Stromversorgung	8	Camera Connector
4	SD Karten Slot (Rückseite)	9	Audio Eingang(Klink)
5	4x USB Anschluss	10	Prozessor



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: techn. Daten d. RPi M. B - Quelle: https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_pi [abgerufen am 16.04.2016].	26
Tabelle2: tech. Daten d. RPi1 M. B+ - Quelle: https://www.raspberrypi.org/products/model-b-plus/ [abgerufen am 16.04.2016].	28
Tabelle3 tech. Daten d. RPi2 M. B - Quelle: https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/ [abgerunfe am 16.04.2016].	29
Tabelle4: techn. Daten v. RPi3 M. B - Quelle: https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/ [abgerufen am 16.04.2016].	30
Tabelle5: techn. Daten d. RPi Zero - Quelle: https://www.raspberrypi.org/products/pi-zero/ [abgerufen am 17.04.2016].	31

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Logo Raspberry Pi.....	24
Abbildung 2: Neun Maker-Days-Prinzipien Quelle: (Schön & Ebner 2015)	44
Abbildung 3: Programmierbarer Roboter an Station 3	64
Abbildung 4: Schüler begutachten das Gestaltungsmaterial	94
Abbildung 5 Interessen der teilnehmenden Personen	104
Abbildung 6: Interessenserhebung Online-Fragebogen	105
Abbildung 7: Einschätzungen der Schülerinnen und Schüler bestimmter Workshopaspekte.....	107
Abbildung 8: Physiologische Leistungskurve – Beziehung zwischen Tageszeit und Leistungsbereitschaft (Siepmann & Salzberg-Ludwig, 2006, S. 98; in Anlehnung an Rothfuchs, 1995, S. 135).....	114