



Patrick Zellacher

Fächerintegrativer Unterricht am Beispiel des BBC micro:bit

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Magister der Naturwissenschaften

Lehramtsstudium Unterrichtsfach Informatik und Informatikmanagement

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. techn. Martin Ebner

Mitbetreuerin

Mag. rer. nat. Maria Grandl

Institute of Interactive Systems and Data Science

Graz, Mai 2018

Eidesstattliche Erklärung

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

Kurzfassung

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit fächerintegrativem Unterricht in der Sekundarstufe I mithilfe des Mikrocontrollers BBC micro:bit. Dazu wurden für verschiedenste Fächer Unterrichtsbeispiele entwickelt, die den Informatikunterricht mit einem anderen Fach kombinieren. Im Rahmen dieser Diplomarbeit werden zuerst in einem theoretischen Teil die aktuellen Rahmenbedingungen zur informatischen Grundbildung und zum fächerübergreifenden Unterricht dargelegt. Dabei wird insbesondere auf die *Digitale Grundbildung* eingegangen, welche ab dem Schuljahr 2018/19 verpflichtend in allen Schulen der Sekundarstufe I umgesetzt werden muss. In weiterer Folge werden im theoretischen Teil Mikrocontroller, die aktuell im Schulbereich verwendet werden, vorgestellt und miteinander verglichen.

Im praktischen Teil dieser Diplomarbeit werden dann zuerst die erstellten Beispiele hinsichtlich ihrer Lehr- und Lernziele sowie ihren didaktischen Aspekten beschrieben und vorgestellt. Im Anschluss daran erfolgt die Beschreibung der Evaluation: Ein ausgearbeitetes Beispiel wurde in zwei 3. Klassen einer Neuen Mittelschule in Graz eingesetzt. Es zeigte sich dabei, dass fächerintegrative Unterrichtskonzepte mit dem micro:bit in der Sekundarstufe I durchaus funktionieren und umsetzbar sind. Die SchülerInnen waren sehr interessiert und es konnten durch die Unterrichtseinheit auch Lernfortschritte erzielt werden. Allerdings kamen bei den Praxiseinsätzen auch einige Problemfelder wie der hohe Zeit- und Vorbereitungsaufwand der Beispiele oder Probleme rund um den fächerintegrativen Ansatz zum Vorschein. So zeigte sich, dass es unabdingbar ist, dass der fächerintegrative Unterricht in Kooperation der FachkollegInnen der beiden beteiligten Fächer geplant und, wenn möglich, auch in der Form von Teamteaching unterrichtet wird. Konstatierend kann allerdings festgehalten werden, dass fächerintegrativer Unterricht mit dem micro:bit in der Sekundarstufe I funktioniert und damit in der *Digitalen Grundbildung* einsetzbar ist, allerdings gilt es, die möglichen Problemfelder bei zukünftigen Einsätzen im Regelunterricht zu beachten und denen entgegenzuwirken.

Abstract

The following diploma thesis is about interdisciplinary classes in the secondary level I with assistance of the microcontroller BBC micro:bit. For this purpose, practical examples for various subjects were developed. Those practical examples combine computer science classes with classes of another subject. The first part of this thesis comprises a theoretical part that introduces the current situation regarding computer science education and describes interdisciplinary classes in general. In this part, the focus is especially on the so-called *Digitale Grundbildung*, which is compulsory for all schools at the secondary level I in Austria from the school year 2018/19. In another section of the theoretical part, micro-controllers, which are currently used in the school sector, are presented and compared to each other.

In the practical part of this diploma thesis the practical examples, which were created for this diploma thesis, are presented and described regarding their teaching and learning objectives and their didactical aspects. This is followed by the last part of the diploma thesis: the evaluation. One of the practical examples was tested in two third classes of a NMS in Graz. The results showed that interdisciplinary educational approaches could be applied in the secondary level I. The pupils displayed a high level of interest and an achieved learning progress after the lesson. However, the practical evaluation revealed some problem fields as well. It became apparent that the practical examples required a rather high amount of time and a lot of preparatory effort. Furthermore, the results demonstrated that interdisciplinary classes demanded cooperation between the teachers of both respective subjects. Therefore, in the most optimal case, the involved teachers would practice team teaching when giving lessons in interdisciplinary classes.

In summary, interdisciplinary classes in the secondary level I with assistance of the BBC micro:bit can indeed be realized and implemented as part of the so-called *Digitale Grundbildung*, but there are some problem fields which should not be disregarded in future applications.

Danksagung

Ich möchte mich in erster Linie bei meinen Betreuern Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. techn. Martin Ebner und Mag. Maria Grandl für die tatkräftige Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit und die hervorragende Betreuung bedanken. Besonders Maria möchte ich an dieser Stelle noch einmal explizit danken, da sie mir nicht nur mit ihren Ideen, sondern auch mit ihrem konstruktiven Feedback und ihren Verbesserungsvorschlägen eine große Hilfe bei der Erstellung dieser Arbeit war. Sie hat es auch mit ihrem unermüdlichen Einsatz ermöglicht, dass der empirische Teil dieser Arbeit überhaupt durchgeführt werden konnte.

Des Weiteren möchte ich vor allem meinem gesamten Freundeskreis danken. Meine Freunde haben mich nicht nur bei der Erarbeitung dieser Diplomarbeit unterstützt, sondern haben einen wesentlichen Teil dazu beigetragen, dass ich überhaupt so weit kommen durfte. Mit ihnen zusammen habe ich mich durch das Studium gekämpft und sie haben meinen Studienalltag – vor allem auch in privater Hinsicht – enorm bereichert und erlebenswert gemacht. Denn auch wenn man jetzt am Ende des Studiums auf eine schöne Zeit zurückblickt, gab es auch schwierige Phasen, in denen ich ohne meine Freunde wohl verzweifelt wäre. Ich möchte deshalb explizit einige Worte an meine engsten Vertrauten während des Studiums richten:

Lieber Dani! Du bist von Anfang an immer an meiner Seite gestanden und warst es nie leid, mir bei meinen Problemen zuzuhören und meine zahlreichen (teils sehr langen und nervenaufreibenden) Nachrichten zu beantworten. Dafür habe ich dir nie genug gedankt. Du bist ein großartiger Freund und ich bin froh, dich gleich zu Beginn meines Studiums kennengelernt zu haben!

Lieber Xanda! Ich danke dir für die zahlreiche Unterstützung während des Studiums, sowohl in fachlicher als auch privater Hinsicht. Du hast mir mit deinem fachlichen Know-How immer weitergeholfen und mir alles erklärt, obwohl ich zu Beginn des Studiums nicht einmal wusste, wie eine Schleife funktioniert. Auch in privater Hinsicht warst du immer für mich da und wir hatten eine Menge Spaß gemeinsam. Das nächste gemeinsame Bier kommt bestimmt!

Liebe Martina, liebe Manuela! Ihr seid in einer sehr schwierigen Phase in mein Leben gekommen und habt es geschafft, mich wieder aufzuheitern. Ihr seid inzwischen zu einem wichtigen Bestandteil meines Lebens geworden. Ich bin froh, dass ich zwei Freundinnen gefunden habe, mit denen es immer so lustig ist und mit denen über ich alles reden kann. Fühlt euch gedrückt!

Liebe Lena! Auch wenn du diese Worte vermutlich nie lesen wirst, möchte ich dir dennoch für unsere gemeinsame Zeit, privat und während des Studiums, danken. Ohne dich hätte ich das Studium wohl nach dem ersten Semester abgebrochen, weil ich ohne deine Hilfe ‚Analysis‘ niemals bestanden hätte.

Neben meinen Freunden möchte ich auch meinem Bruder *Martin* danken, der auch immer ein wichtiger Ansprechpartner und Ratgeber in meinem Leben war, ist und für immer sein wird.

Abschließend möchte ich mich noch bei meinen tollen Eltern bedanken, die mir dieses Studium und damit diese Diplomarbeit überhaupt erst ermöglicht haben. Sie haben immer an mich geglaubt und mich in jeder Lebenslage unterstützt, was keine Selbstverständlichkeit ist und wofür ich ihnen für immer sehr dankbar sein werde. *Liebe Mama, lieber Papa*, wenn ihr also diese Worte lest: Ich hab‘ euch lieb!

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung.....	I
Kurzfassung.....	III
Abstract	V
Danksagung	VII
Inhaltsverzeichnis.....	IX
Abkürzungsverzeichnis	XI
1 Einleitung.....	1
2 Theoretischer Hintergrund.....	5
2.1 Informatische Grundbildung.....	5
2.1.1 Überblick.....	6
2.1.2 Informatische Grundbildung in Österreich	9
2.1.3 Der Stellenwert des Programmierens in der informatischen Grundbildung	12
2.1.4 Informatische Grundbildung im europäischen Vergleich	15
2.1.5 Informatische Grundbildung in Großbritannien.....	17
2.1.6 Resümee zur informatischen Grundbildung.....	19
2.2 Fächerübergreifender Unterricht.....	19
2.2.1 Überblick.....	20
2.2.2 Formen des fächerübergreifenden Unterrichts.....	21
2.2.3 Vor- und Nachteile eines fächerübergreifenden Unterrichts	25
2.2.4 Verankerung im Lehrplan	29
2.2.5 Fächerübergreifender Informatikunterricht.....	30
3 Mikrocontroller im Überblick.....	33
3.1 Was ist ein Mikrocontroller?	33
3.2 BBC micro:bit.....	34
3.2.1 Technische Spezifikationen	34
3.2.2 Werdegang der Initiative.....	36
3.3 Andere Mikrocontroller im Überblick	37
3.3.3 Calliope mini.....	37
3.3.4 OXOcard	39
3.3.5 CodeBug.....	39
3.4 Vergleich zwischen BBC micro:bit und Calliope mini	40
3.5 Educational Robotics in Österreich	41
4 Entwicklung von fächerintegrativen Unterrichtsbeispielen für den BBC micro:bit.....	45
4.1 Forschungsfragen.....	45

4.2	Intention der Beispiele	47
4.3	Aufbau der Beispiele.....	49
4.4	Beispiel 1 – Elektrizität.....	52
4.4.1	Idee und Quelle	53
4.4.2	Lehr- und Lernziele.....	54
4.4.3	Didaktische Überlegungen.....	55
4.4.4	Beschreibung des Ablaufs.....	56
4.5	Beispiel 2 – Sprach- und Schreibförderung	58
4.5.1	Idee und Quelle	59
4.5.2	Lehr- und Lernziele.....	59
4.5.3	Didaktische Überlegungen.....	60
4.5.4	Beschreibung des Ablaufs.....	61
4.6	Beispiel 3 – Tonleiter.....	63
4.6.1	Idee und Quelle	64
4.6.2	Lehr- und Lernziele.....	64
4.6.3	Didaktische Überlegungen.....	65
4.6.4	Beschreibung des Ablaufs.....	66
5	Evaluation	69
5.1	Unterrichtssetting.....	69
5.2	Ablauf des Unterrichtsbeispiels	70
5.2.1	Pre-Test.....	70
5.2.2	Allgemeiner Ablauf.....	71
5.2.3	Post-Test.....	73
5.2.4	Fragebogen.....	73
5.3	Ergebnisse	74
5.3.1	Grundsätzliche Durchführbarkeit.....	74
5.3.2	Fächerintegrativer Aspekt	76
5.3.3	Lernerfolg.....	78
5.3.4	Interesse der SchülerInnen	83
5.3.5	Genderaspekte	85
5.3.6	Schwierigkeitsgrad und Zeitaufwand.....	86
5.4	Interview mit der anwesenden Lehrperson	88
5.5	Darstellung von möglichen Problemfeldern	90
6	Zusammenfassung	93
	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	95
	Abbildungsverzeichnis	99
	Anhang	101

Abkürzungsverzeichnis

AHS	Allgemeinbildende höhere Schule
BBC	British Broadcasting Corporation
BHS	Berufsbildende höhere Schule
BMBWF	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IT	Informationstechnologie
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NMS	Neue Mittelschule
TU	Technische Universität

1 Einleitung

Computational Thinking, also die Fähigkeit informatisch denken zu können, wird in unserer heutigen Gesellschaft immer stärker forciert und wird für zukünftige Generationen zu einer Basisqualifikation werden, da die Digitalisierung immer weiter voranschreitet. Es wird daher erforderlich sein, dass der Erwerb dieser Kompetenz immer stärker in den Unterricht – bereits in der Sekundarstufe I – integriert wird. Ein Zeichen für diesen Vorstoß ist die Einführung der sogenannten *Digitalen Grundbildung*¹. Mit der *Digitalen Grundbildung*, die als verbindliche Übung realisiert wird, soll es Informatikunterricht bereits in der AHS-Unterstufe sowie in der Neuen Mittelschule verpflichtend geben. Die *Digitale Grundbildung* startete dabei bereits als Pilotprojekt im Schuljahr 2017/18 und wird im Schuljahr 2018/19 verbindlich an allen Schulen eingeführt.²

Durch diese Maßnahme wird der Erwerb von Programmierkenntnissen und anderen informatischer Kompetenzen bereits in die Sekundarstufe I integriert. Eine mögliche Initiative zum Erwerb der Fähigkeit des Computational Thinking und damit in weiterer Folge der Erwerb von Programmierkenntnissen, stellt die Initiative rund um den BBC micro:bit dar. Der BBC micro:bit ist ein Mikrocontroller, der entwickelt wurde, um SchülerInnen – bereits in jungem Alter – das Programmieren auf eine einfache, spielerische Art und Weise beizubringen. Die Programmierung des micro:bit kann mithilfe einer graphischen Oberfläche erfolgen, wodurch sich dieser als idealer Einstieg für das Programmieren eignet, da man hierzu kaum Vorkenntnisse benötigt. Das Ziel der Initiative rund um den micro:bit ist dabei allerdings nicht nur der Ausbau der digitalen Kompetenzen bei SchülerInnen und der Erwerb von Programmierkenntnissen. Die Einsatzbereiche des micro:bit sind sehr breit gefächert, weshalb nicht nur der Einsatz im Informatikunterricht, sondern auch in sämtlichen anderen Fächern in Form eines fächerübergreifenden bzw. fächerintegrativen Unterrichts erfolgen kann.

Das Ziel dieser Diplomarbeit soll es daher sein, festzustellen, ob sich fächerintegrative Unterrichtskonzepte mithilfe des BBC micro:bit in der Sekundarstufe I in der praktischen Anwendung realisieren lassen. Es wurden dazu im Vorfeld dieser Diplomarbeit acht Unterrichtsbeispiele für den micro:bit entwickelt, die sowohl verschiedene Altersgruppen als auch verschiedene Fächer ansprechen. So wurde ein breites Repertoire an Beispielen erstellt, anhand dessen

¹ Vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2017): Digitale Grundbildung. URL: <https://www.bmb.gv.at/schulen/schule40/dgb/index.html> [abgerufen am 17.01.2018]. In der Folge zitiert als BMBWF, Digitale Grundbildung.

² Vgl. ebda.

mittels des BBC micro:bit ein fächerintegrativer Unterricht zwischen dem Gegenstand Informatik und den Fächern Mathematik, Physik, Musik, Deutsch (bzw. Sprachenunterricht generell), Geographie sowie Sport ermöglicht werden kann. Neben dem fächerintegrativen Ansatz war auch insbesondere die Förderung der Kreativität sowie das Ansprechen von Mädchen und Jungen in gleichen Maßen ein großes Ziel bei der Erstellung der Beispiele, da es hier oft geschlechterspezifische Interessensunterschiede gibt.

Der Aufbau dieser Diplomarbeit soll dabei wie folgt sein: Zuerst wird in einem ersten Teil dieser Arbeit das theoretische Fundament für diese Arbeit gelegt. Es wird dabei zu Beginn die informatische Grundbildung diskutiert sowie eine Definition dieser aufzustellen versucht. In diesem theoretischen Teil wird des Weiteren auch fächerintegrativer Unterricht definiert und der Unterschied zwischen fächerübergreifendem und fächerverbindendem Unterricht erklärt. In Hinsicht des fächerübergreifenden Unterrichts wird des Weiteren untersucht, welche Unterrichtstypen es in Bezug auf diesen Unterricht gibt und inwieweit dieser im Lehrplan verankert ist. Dabei wird auch analysiert, ob es bereits didaktische Modelle zur Umsetzung des fächerübergreifenden Ansatzes im (Informatik-)Unterricht gibt.

Im Weiteren wird im ersten Block dieser Diplomarbeit der BBC micro:bit selbst genauer analysiert und vorgestellt. Es wird dabei nicht nur auf das Gerät an sich, sondern auch auf die Initiative dahinter eingegangen und dessen Werdegang vorgestellt. Es werden daraufhin auch die Alternativen (u. a. Calliope mini), die es am Markt zum BBC micro:bit gibt, präsentiert und eventuelle Vor- und Nachteile dieser diskutiert. Die Mikrocontroller werden dabei auch direkt miteinander verglichen. Nach der Vorstellung und dem Vergleich der Mikrocontroller wird der generelle Stand im Bereich *Educational Robotics*, zu denen diese Geräte zählen, untersucht. *Educational Robotics* beschreibt dabei den Einsatz von Robotik im Unterrichtsalltag. Es wird dabei ein Überblick über den Status quo in Österreich gegeben. Es soll im Rahmen dieser Recherche rund um den Bereich *Educational Robotics* auch diskutiert werden, inwiefern der Einsatz von Mikrocontrollern als sinnvoll betrachtet werden kann und welche Vor- und Nachteile der Einsatz dieser mit sich bringt.

Nach dem theoretischen Teil dieser Diplomarbeit folgt die praktische Umsetzung des fächerintegrativen Ansatzes mithilfe des BBC micro:bit. Dabei werden zuerst die aufgestellten Forschungsaspekte diskutiert und erläutert. Die zentrale Forschungsfrage dabei ist: ‚Sind die konzipierten Beispiele praktisch umsetzbar?‘ Hierbei soll diskutiert werden, ob die Unterrichtsplanung in der Art und Weise, wie sie aufgestellt wurde, durchgeführt werden kann. Es soll dabei

in weiterer Folge auch analysiert werden, ob der Schwierigkeitsgrad angemessen ist, das Lernziel der jeweiligen Einheit erreicht wurde und es sollen auch etwaige Unterschiede im genderspezifischen Bereich diskutiert werden. Daraufhin soll, da die Unterrichtseinheiten im Informatikunterricht durchgeführt wurden, auch die Forschungsfrage beantwortet werden, wie bzw. ob der fächerintegrierte Ansatz funktioniert und welchen Anteil die jeweiligen Fächer in diesem Unterricht haben.

Anschließend werden drei der vorhin erwähnten Unterrichtsbeispiele detailliert vorgestellt und erläutert. So wird eingangs beschrieben, mit welcher Intention die Beispiele erstellt wurden. Die Unterrichtsbeispiele wurden nämlich für ein offenes Unterrichtsetting konzipiert, bei dem der Fokus besonders stark auf eine selbstständige Erarbeitung durch die SchülerInnen gelegt wird. Anschließend werden der Aufbau und die Struktur der Beispiele erklärt, da diese für alle Unterrichtseinheiten gleichbleibend ist. Daraufhin werden die drei Beispiele einzeln genauer vorgestellt – es werden dabei die Lehr- und Lernziele für jedes Beispiel definiert, die didaktischen Überlegungen diskutiert und der Ablauf des Beispiels kurz erläutert. Die eigentlichen Ausarbeitungen der Beispiele selbst, wie sie im schulischen Kontext dann Anwendung finden sollen, befinden sich allerdings im Anhang dieser Diplomarbeit.

Den abschließenden Teil dieser Diplomarbeit stellt der praktische Einsatz in der Schule und die dazugehörige Evaluation dar: Ein Unterrichtsbeispiel, das die Fächer Informatik und Physik verbindet, wurde dabei in einer Neuen Mittelschule in Graz eingesetzt. Das Beispiel wurde im Rahmen des Informatikunterrichts in zwei dritten Klassen getestet. Es wurde dabei der Fokus neben der praktischen Umsetzbarkeit insbesondere auf den fächerintegrativen Ansatz gelegt. So wurde im Rahmen dieser Evaluation überprüft, welche fächerspezifischen Kenntnisse (außerhalb von Informatikkompetenzen) die SchülerInnen mitgenommen haben. Dies wurde überprüft, indem die SchülerInnen am Beginn der Einheit ein Übungsblatt erhalten haben, wo ihre Kenntnisse z. B. zum Stromkreis in Physik abgefragt wurden. In weiterer Folge wurde eine Einheit zu diesem Thema mit dem micro:bit durchgeführt und abschließend folgte am Ende der Stunde wiederum ein Übungsblatt, wo überprüft wurde, welche Kenntnisse schlussendlich aufgebaut wurden. Neben den Testungen werden im Evaluationsteil auch diverse Beobachtungen, die festgehalten wurden, erläutert. Die Beobachterperspektive der anwesenden erfahrenen Lehrperson wurde ebenso abgefragt und mögliche Problemfelder solcher Unterrichtseinheiten wurden diskutiert.

2 Theoretischer Hintergrund

In diesem Teil sollen die theoretischen Aspekte und didaktischen Hintergründe für den praktischen Teil der Diplomarbeit grundgelegt werden. Es wird dabei insbesondere auf das Thema der informatischen Grundbildung eingegangen und es wird versucht, diese Art der Grundbildung zu definieren. Weitere wichtige Aspekte im Rahmen dieses Kapitels sind die Erarbeitung der Begriffsdefinition des fächerintegrativen Unterrichts und dessen Abgrenzung bzw. Unterscheidung zu fächerverbindendem Unterricht. Im Rahmen der Recherche bezüglich des fächerintegrativen Unterrichts wird auch untersucht, inwieweit dieser bereits in den Lehrplänen verankert ist.

In didaktischer Hinsicht soll dabei auch analysiert werden, welche möglichen Unterrichtstypen es für die Umsetzung eines fächerintegrativen Unterrichts gibt. Abschließend soll auch untersucht werden, ob es bereits didaktische Modelle für die Umsetzung des fächerübergreifenden Informatikunterrichts gibt, oder ob es hier in didaktischer Hinsicht Anleihen von anderen Fächern bedarf.

2.1 Informatische Grundbildung

Zu Beginn dieses theoretischen Teils der Diplomarbeit soll der Begriff der *informatischen Grundbildung* erläutert werden und ein Überblick über den Status quo in Österreich gegeben werden. Es soll dabei auch ein Vergleich mit anderen europäischen Ländern erfolgen. Es wird eingangs auch darauf eingegangen, welche Geschichte und welchen Stellenwert der Informatikunterricht in Österreich einnimmt und welche Rolle die informatische Grundbildung gegenwärtig und in der Zukunft dabei spielen könnte. In diesem Unterkapitel wurde der Artikel „Informatische Grundbildung – ein Ländervergleich“³ von Maria Grandl und Martin Ebner als Grundlage verwendet. Die genauere Betrachtung der dort verwendeten Literatur wurde als Ausgangspunkt der Literaturrecherche zur informatischen Grundbildung verwendet, mit dem Ziel, einen möglichst umfassenden Überblick über dieses Thema darstellen zu können.

³ Maria Grandl; Martin Ebner (2017): Informatische Grundbildung – ein Ländervergleich. Online abrufbar unter: http://www.medienimpulse.at/pdf/Medienimpulse_Informatische_Grundbildung_ein_Laendervergleich_Grandl_20170514.pdf [abgerufen am 17.01.2018]. In der Folge zitiert als Grandl/Ebner, Informatische Grundbildung.

2.1.1 Überblick

Informatikunterricht spielte in Österreich in der jüngeren Vergangenheit eine eher untergeordnete Rolle. In der allgemeinbildenden höheren Schule (AHS) war Informatik bis vor kurzem nur in der fünften Klasse mit zwei Wochenstunden als Pflichtfach vorgesehen, darüber hinaus waren Vertiefungen in Form eines Wahlpflichtfaches oder in Form eines schulautonomen Schwerpunkts möglich. In der AHS-Unterstufe gab es allerdings bis vor kurzem gar keinen verpflichtenden Informatikunterricht, dieser war lediglich als Freigegegenstand bzw. unverbindliche Übung vorgesehen.⁴ In den berufsbildenden höheren Schulen (BHS) ist die Situation bezüglich Informatikunterricht meist etwas besser, da sich hier – abhängig vom Schultyp – zu meist mehr Informatikstunden im Lehrplan finden lassen.

Informatische (Grund-)Bildung sollte allerdings nicht erst in der Oberstufe, also ab der neunten Schulstufe, stattfinden, sondern bereits viel früher beginnen. Doch bevor die aktuellen Konzepte und Maßnahmen in Österreich ausgeführt werden, sei zuerst der Begriff der informatischen Bildung definiert. Ich beziehe mich hierbei, Grandl und Ebner folgend⁵, auf ein Paper der Hasler Stiftung⁶, in welchem ein Modell zur Veranschaulichung des Begriffs der informatischen Bildung entwickelt wurde:

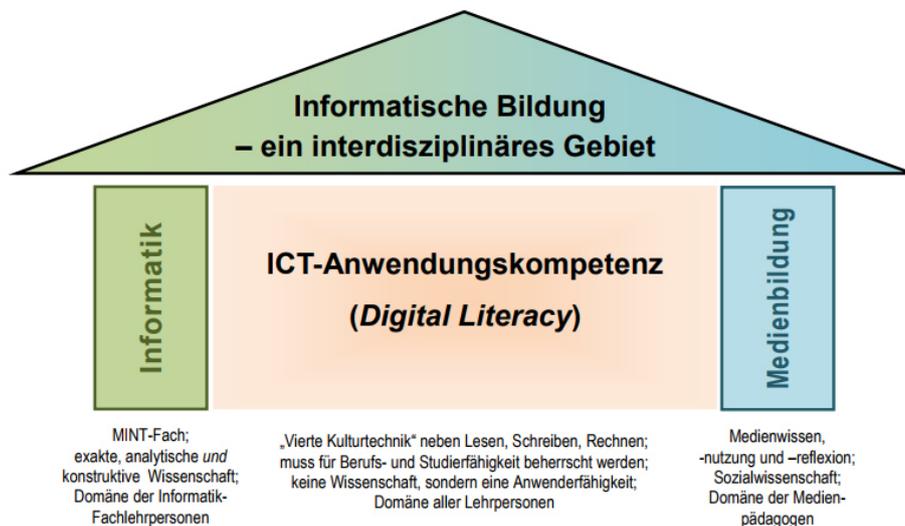


Abbildung 1: Das Modell der Hasler Stiftung zur Definition der informatischen Bildung⁷

⁴ Vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2017): Lehrplan der allgemein bildenden höheren Schule (AHS). Online abrufbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568&FassungVom=2017-09-01> [abgerufen am 17.01.2018]. In der Folge zitiert als BMBWF, AHS-Lehrplan.

⁵ Vgl. Grandl/Ebner, Informatische Grundbildung, S. 2.

⁶ Hasler Stiftung (2013): Informatik im Lehrplan 21. Ein grundsätzlicher Positionsbezug zum Wohl und Nutzen des Denk- und Werkplatzes Schweiz. Online abrufbar unter: http://fit-in-it.ch/sites/default/files/downloads/dok_2013-06-20_informatik_im_lehrplan_21.pdf [abgerufen am 17.01.2018]. In der Folge zitiert als Hasler Stiftung, Lehrplan 21.

⁷ Abbildung entnommen aus: Hasler Stiftung, Lehrplan 21, S. 2.

Wie also in Abbildung 1 ersichtlich wird, besteht die informatische Bildung keineswegs nur aus dem simplen Beherrschen von Anwendungskompetenzen, sondern aus mehreren Teilbereichen. Die Hasler Stiftung geht in ihrer Forschungsarbeit sogar so weit⁸, dass die bloße Fähigkeit, richtig mit dem mit dem Computer und Software umgehen zu können, „mit Informatik nur indirekt etwas zu tun [hat], etwa so wie Sport mit Biologie.“⁹ Doch gerade dies ist ein akutes Problem des Informatikunterrichts: Im Verständnis des Großteils der Bevölkerung stellt Informatik in erster Linie ein Fach dar, in dem Medien- bzw. Anwendungskompetenzen erworben werden sollen. Doch in Wahrheit ist Informatik viel weiter gefächert und vor allem auch tiefergehender. Um eine informatische Bildung zu erreichen, muss die Informatik von der schlichten Ausbildung zur Nutzung von Medien und Anwendungen getrennt werden. Dazu ist es erforderlich, eine Trennung der einzelnen Bereiche vorzunehmen, auch wenn sich die Kompetenzen zur Nutzung von Medien und Informatik nicht ausschließen, sondern ergänzen.¹⁰

Dazu ist es wichtig, die einzelnen Bereiche der informatischen Bildung zu unterscheiden. Die Hasler Stiftung¹¹ unterteilt informatische Bildung in die Teilbereiche „Grundlagen (knowledge)“, „Anwendungskompetenz (skills)“ und „Nutzung (use)“. Es ist nun wichtig, einen Ansatz zur Umsetzung im Unterricht zu finden, der zwar einerseits den Zusammenhang der drei Bereiche, aber andererseits auch deren Individualität verdeutlicht. So könnte laut der Hasler Stiftung der Bereich „Grundlagen“, der etwa Programmieren oder Algorithmen umfassen soll, vom/von der InformatiklehrerIn unterrichtet werden. Die „Anwendungskompetenz“, die etwa den Umgang mit Schreibprogrammen wie Word umfasst, könnte allerdings ausgelagert werden und auf alle Lehrkräfte verteilt werden. Der dritte Bereich, die „Nutzung“, wo etwa der Computer als Instrument zur Informationsgewinnung gelehrt wird, könnte laut der Hasler Stiftung dann vom Informatikunterricht weg, hin zu den MedienpädagogInnen verlagert werden.¹²

Informatische Bildung sollte daher nicht nur innerhalb eines isolierten Faches, sondern auf Basis eines fächerintegrativen bzw. fächerübergreifenden Unterrichts gelehrt werden. Das Ziel der umfassenden informatischen Bildung ist dabei einerseits das Computational Thinking, also die Fähigkeit der computerunterstützten Problemlösung, andererseits aber auch, Kompetenzen im Umgang mit diversen Anwendungen sowie die Kompetenz im Umgang mit Medien und die kritische Auseinandersetzung mit diesen zu erlangen. Die informatische Bildung bildet damit

⁸ Vgl. Hasler Stiftung, Lehrplan 21, S. 5.

⁹ Ebda.

¹⁰ Vgl. ebda, S. 7f.

¹¹ Vgl. ebda, S. 8.

¹² Vgl. ebda.

mit diesen vermittelten Kompetenzen den Grundstein für viele berufliche und gesellschaftliche Anforderungen.¹³

Ein weiteres Problem, das sich im Rahmen des Informatikunterrichts und der informatischen (Grund-)Bildung ergibt, ist, dass Informatik oftmals eine untergeordnete Rolle innerhalb der Naturwissenschaften genießt und nicht denselben Status innehat, wie dies beispielsweise bei anderen Fächern wie Physik oder Chemie der Fall ist. Deshalb ist es laut der Hasler Stiftung essenziell, dass die Informatik „einen expliziten Platz im Rahmen der MINT-Fächer erhalten“¹⁴ muss. Der mangelnde Status der Informatik innerhalb der Naturwissenschaften wird auch von Grandl und Ebner beschrieben¹⁵, die sich wiederum auf ein Paper von Informatics Europe & ACM Europe¹⁶ beziehen, welches nun davon ausgehend genauer betrachtet werden soll. In dem Paper von Informatics Europe & ACM Europe wird, wie auch bei jenem der Hasler Stiftung, stark zwischen „digital literacy“ – also der Anwendungskompetenz – und „informatics“ – also der Informatik als Wissenschaft bzw. Kompetenz an sich – unterschieden. „Digital literacy“ beinhaltet in diesem Zusammenhang nur die Grundkenntnisse, wie den richtige Umgang mit dem Internet, während „informatics“ die Wissenschaft und die Kompetenzen dahinter, wie das Computational Thinking umfasst.¹⁷ Obwohl Informatik in Zukunft aufgrund unserer Informationsgesellschaft eine immer größer werdende Rolle spielen wird, werden in vielen Ländern nur Anwendungskompetenzen („digital literacy“) unterrichtet, was laut den AutorInnen des Papers für die Herausforderungen der zukünftigen Gesellschaft nicht ausreichend ist.¹⁸ Informatik hat dabei allerdings oft nicht den Status, den anderen Naturwissenschaften innehaben, dies liegt auch teilweise an der mangelnden Ausbildung der Lehrkräfte. Die AutorInnen des Papers betonen daher, dass es auch auf dem Hochschulsektor unerlässlich ist, dass Lehrkräfte für den Informatikunterricht eine Ausbildung auf demselben Niveau wie LehrerInnen anderer Naturwissenschaften, wie etwa Mathematik oder Physik, absolvieren müssen. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Lehrkräfte nicht nur in der Lage sind, Anwendungskompetenzen zu unterrichten, sondern insbesondere auch die Wissenschaft Informatik vermitteln können, da eine

¹³ Vgl. Hasler Stiftung, Lehrplan 21, S. 9.

¹⁴ Ebda, S. 2.

¹⁵ Vgl. Grandl/Ebner, Informatische Grundbildung, S. 1.

¹⁶ Informatics Europe & ACM Europe (2013): Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat. Report of the joint Informatics Europe & ACM Europe Working Group on Informatics Education. Online abrufbar unter: <http://www.informatics-europe.org/images/documents/informatics-education-acm-ie.pdf> [abgerufen am 21.01.2018]. In der Folge zitiert als Informatics Europe/ACM Europe, Informatics education.

¹⁷ Vgl. ebda, S. 5-13.

¹⁸ Vgl. ebda, S. 9.

Beherrschung dieser beiden Bereiche für beinahe jeden Beruf der heutigen Zeit von essenzieller Bedeutung ist.¹⁹

2.1.2 Informatische Grundbildung in Österreich

Der Bereich der informatischen (Grund-)Bildung sollte also einen größeren Stellenwert innerhalb des europäischen Bildungskanons einnehmen, als er derzeit in den meisten europäischen Ländern innehat. Um den Anforderungen der modernen Gesellschaft, wie sie etwa die diskutierten Veröffentlichungen angesprochen haben, gerecht werden zu können, benötigt es informatische Bildung bereits wesentlich früher im Bildungssystem. Die eingangs angesprochene, bis vor kurzem vorherrschende Regelung, Informatik innerhalb der österreichischen Gymnasien nur als Pflichtfach in der 5. Klasse im Rahmen von zwei Wochenstunden anzubieten²⁰, kann wohl schlicht als unzureichend angesehen werden, wenn man die zukünftigen gesellschaftlichen und beruflichen Herausforderungen und die voranschreitende Digitalisierung betrachtet.

Seit dem Schuljahr 2017/18 gibt es allerdings in Österreich erstmals Vorstöße, informatische Bildung bereits wesentlich früher im österreichischen Bildungssystem zu verankern. Als erster Ansatz lässt sich hierbei das Projekt „Denken lernen – Probleme lösen (DLPL)“²¹ festmachen. In diesem Projekt geht es darum, die Vermittlung von informatischer Grundbildung nicht erst in der Sekundarstufe, sondern bereits in der Primarstufe durchzuführen. In Kooperation mit den Pädagogischen Hochschulen sind dabei 100 Volksschulen an diesem Pilotprojekt beteiligt. Das Ziel des Projekts soll es sein, „die Nutzung von digitalen Medien in der Grundschule didaktisch begründet einzuführen und das informatische Denken zu stärken.“²² Die Volksschulen, welche nochmals in 20 Cluster unterteilt werden, erhalten dabei vom Ministerium pro Cluster das benötigte technische Equipment. Die Inhalte umfassen dabei eine „Einführung in informatisches Denken, Coding und Robotik“²³ – diese sollen spielerisch erarbeitet werden.²⁴ Durch diese spielerische Erarbeitung ist es möglich, die Kreativität und Motivation der SchülerInnen zu fördern. Gleichzeitig soll daraus auch ein nachhaltiges Lernen resultieren. Es ist durch diese Herangehensweise auch leichter möglich, Jungen und Mädchen in gleichem Ausmaß anzusprechen.

¹⁹ Vgl. Informatics Europe/ACM Europe, Informatics education, S. 17 bzw. S. 5.

²⁰ Vgl. BMBWF, AHS-Lehrplan.

²¹ Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung: Denken lernen, Probleme lösen - Digitale Grundbildung in der Primarstufe. URL: <https://www.bmb.gv.at/schulen/schule40/dgb/dlpl.html> [abgerufen am 16.01.2018].

²² Ebda.

²³ Ebda.

²⁴ Vgl. ebda.

Dabei werden Inhalte wie das Programmieren vermittelt, indem von der Arbeit ohne Computer und mit Spielsachen oder einfachen Geräten (u. a. mittels dem stark vereinfachten Roboter *Bee-Bot*) schrittweise zu einem computerunterstützten (bzw. mit Tablets) Ansatz hingeleitet wird.²⁵ Im Rahmen der informatischen Bildung in der Volksschule gibt es auch bereits ein Kompetenzmodell für die Primarstufe, das *digi.komp4-Modell*²⁶. Dieses wurde entwickelt, um einen Anhaltspunkt zu schaffen, welche informatischen Kompetenzen die SchülerInnen nach der 4. Schulstufe beherrschen sollten. Durch dieses Kompetenzmodell sollen sich sowohl die SchülerInnen, als auch die Eltern und Lehrkräfte orientieren können, welche Kompetenzen bzw. Kenntnisse die SchülerInnen nach der Volksschule aufweisen sollen.²⁷

Bezüglich des Modells der informatischen Bildung in der Volksschule sei allerdings abschließend nochmals betont, dass es sich hierbei bis jetzt um ein Pilotprojekt handelt – ob eine Ausdehnung auf alle Volksschulen in mittlerer Zeit durchgeführt wird, ist momentan noch nicht abzusehen. Allerdings gab es nicht nur in der Volksschule in der letzten Zeit einen Vorstoß im österreichischen Bildungssystem hinsichtlich der informatischen Bildung. Besonders in der Sekundarstufe I gab es seit diesem Schuljahr einen wichtigen Schritt, um die informatische Grundbildung verstärkt in der Schulbildung zu verankern.

Mit dem Schuljahr 2017/18 wurde die sogenannte *Digitale Grundbildung* als Pilotprojekt in 169 Schulen der Sekundarstufe I – also NMS und AHS-Unterstufe – eingeführt. Die Digitale Grundbildung wird dabei im Rahmen einer verbindlichen Übung eingeführt. Während diese Übung im Schuljahr 2017/18 noch freiwillig von den jeweiligen SchulleiterInnen eingeführt werden konnte, gilt diese ab dem Schuljahr 2018/19 verpflichtend für alle Schulen der Sekundarstufe I.²⁸ Damit wird erstmals in Österreich ein Vorstoß zum verpflichtenden Informatikunterricht in der Sekundarstufe I gewagt. Die im Rahmen dieser Übung gelehrteten Inhalte sollen dabei laut dem Bundesministerium folgende Bereiche umfassen²⁹:

- „Gesellschaftliche Aspekte von Medienwandel und Digitalisierung
- Informations-, Daten- und Medienkompetenz
- Betriebssysteme und Standard-Anwendungen
- Mediengestaltung

²⁵ Vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2017): Information zum Projekt „Denken lernen – Probleme lösen“. Online abrufbar unter: https://education.at/fileadmin/user_upload/Beilage__Informationen_zum_Projekt.pdf [abgerufen am 17.01.2018].

²⁶ Vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung: Digitale Kompetenzen in der Volksschule. URL: <https://digikomp.at/index.php?id=555&L=0> [abgerufen am 16.01.2018].

²⁷ Vgl. ebda.

²⁸ Vgl. BMBWF, Digitale Grundbildung.

²⁹ Ebda.

- Digitale Kommunikation und Social Media
- Sicherheit
- Technische Problemlösung
- Computational Thinking³⁰

Zu den jeweiligen Bereichen wurden vom Ministerium dahingehend auch recht konkret die dazugehörigen Inhalte – zumindest für die Pilotphase im Schuljahr 2017/18 – verfasst, an denen sich die teilnehmenden Schulen orientieren sollen.³¹ Es wurde im Vorfeld der Pilotphase daher vom Ministerium eine Aussendung an alle DirektorInnen³² vorgenommen, wo Details der *Digitalen Grundbildung* vorgestellt wurden: So wurde festgehalten, dass die Umsetzung der *Digitalen Grundbildung* „schulautonom im Ausmaß von mindestens 2 x 32 Jahresstunden entweder integrativ in den Fächern oder mit definierten Stunden“³³ erfolgen soll. Als wichtiger Zusatz wurde hierbei allerdings noch festgehalten, dass die Gesamtzahl der Wochenstunden – 120 aktuell über die gesamte Unterstufe verteilt – allerdings gleichbleiben soll.³⁴ Hier zeigen sich allerdings bereits erste Probleme und Schwächen des Konzepts einer solchen verbindlichen Übung. Eine Umsetzung durch die Einführung eines eigenen Fachs bzw. eigener Stunden wird wohl eher in der Minderheit der Schulen durchgeführt, da dies mit einer Ressourcenverschiebung, bei der andere Fächer Stunden abgeben müssten, einhergehen würde. Dies würde wohl bei den jeweiligen FachlehrerInnen, bei denen Kürzungen vorgenommen werden würden, auf Protest stoßen. In der überwiegenden Anzahl der Schulen wird wohl daher auf den fächerintegrativen Ansatz zurückgegriffen, was als erste Übergangslösung wohl besser als der Status quo ist. Aber informatische Bildung, die den aktuellen gesellschaftlichen und beruflichen Anforderungen gerecht wird, kann auf längerfristige Sicht wohl nur durch die Einführung eines verpflichtenden Faches in der Sekundarstufe I geschehen. Bezüglich der fächerintegrativen Umsetzung der *Digitalen Grundbildung* wurden mir im Rahmen von Gesprächen mit Lehrpersonen inoffiziell bereits Bedenken bezüglich deren Umsetzung angedeutet und dass es darauf hinauslaufen könnte, dass diese vorgeschriebenen Stunden sogar schlussendlich kaum im Unterricht vorkommen würden. Die konkrete Umsetzung im Schuljahr 2018/19 bleibt daher kritisch zu beobachten, da momentan hier noch keine Prognose abgegeben werden kann.

³⁰ BMBWF, Digitale Grundbildung.

³¹ Vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2017): Verbindliche Übung „Digitale Grundbildung“ in Sekundarstufe 1. Inhalte für Pilotierung im Schuljahr 2017/18. Online abrufbar unter: https://www.bmb.gv.at/schulen/schule40/dgb/dgb_pilot.pdf?63gg96 [abgerufen am 17.01.2018].

³² Vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2017): Informationsschreiben an alle AHS-DirektorInnen über die Pilotphase der digitalen Grundbildung im Schuljahr 2017/18. In der Folge zitiert als BMBWF, Informationsschreiben an AHS-DirektorInnen.

³³ Ebda, S. 1f.

³⁴ Vgl. ebda, S. 2.

Da jedoch der fächerintegrative Ansatz in jedem Fall im Fokus bei dieser Umsetzung stehen wird, wurden im Zuge dieser Diplomarbeit mehrere Beispiele für verschiedene Fächer entwickelt, mit denen sowohl die fachgegenstandsspezifischen Elemente einerseits als auch die Informatikkompetenzen andererseits geschult werden können. Bezüglich der informatischen Bildung, die zuvor in diesem Kapitel definiert wurde, ist ein besonders wichtiger Teil der entwickelten Beispiele das Programmieren, welches den SchülerInnen in einer vereinfachten Form somit bereits in der Unterstufe beigebracht werden kann. Nähere Ausführungen zu den Beispielen und die dabei adressierten Kompetenzen im Rahmen des fächerintegrativen Unterrichts lassen sich an späterer Stelle in dieser Diplomarbeit finden.

2.1.3 Der Stellenwert des Programmierens in der informatischen Grundbildung

Bevor ein Vergleich der informatischen Bildung in Österreich mit anderen europäischen Ländern geschehen soll, wird nun zuvor noch als Exkurs die Wichtigkeit des Programmierens bzw. des Computational Thinkings im Allgemeinen und im österreichischen Bildungswesen betrachtet, da dieser Bereich wohl als das zentrale Thema der informatischen Bildung betrachtet werden kann.

Programmieren erhält in den letzten Jahren, nicht nur an Schulen, sondern auch im Allgemeinen, immer mehr Aufmerksamkeit: Ein wichtiger Schritt hierfür war die Einführung der sogenannten *Code Week* – einer jährlich in ganz Europa stattfindenden Initiative zum Programmieren. Im Rahmen dieser *Code Week* werden europaweit Kurse, Workshops usw. angeboten. Sie wurde 2013 eingeführt und konnte 2015 bereits über eine halbe Million Menschen erreichen. Unter dieser großen Zahl an Menschen befinden sich vorwiegend Kinder und Jugendliche, was wiederum das Zukunftspotential des Codings zeigt.³⁵

Zwölf europäische Staaten haben inzwischen sogar ein eigenes Fach namens Coding eingeführt und dieses wurde somit in den Lehrplänen der jeweiligen Länder integriert.³⁶ In Österreich gibt es ein solches Fach derzeit nicht – allerdings gibt es bereits Stimmen aus der heimischen Politik, etwa von NEOS-Parteichef Matthias Strolz³⁷, diese Verankerung des Faches Coding auch in den österreichischen Lehrplänen durchzuführen. Auch wenn eine Einführung eines eigenen

³⁵ Vgl. Anton Reiter (2016): Vorwort des Herausgebers. In: Schule Aktiv! Sonderheft des BMB. CODING - Ein Baustein der informatischen Bildung. Wien: CDA-Verlag. S. 2. In der Folge zitiert als Reiter, Vorwort.

³⁶ Vgl. Peter Temel (2016): Ist der Informatik-Unterricht noch zeitgemäß? In: Kurier vom 19.09.2016. Online abrufbar unter: <https://kurier.at/politik/inland/ist-der-informatik-unterricht-an-oesterreichs-schulen-noch-zeitgemaess/221.523.905> [abgerufen am 21.01.2018]. In der Folge zitiert als Temel, Informatik-Unterricht.

³⁷ Vgl. ebda.

Fachs, das sich hauptsächlich mit dem Programmieren beschäftigt, in Österreich wohl noch kein Thema ist, betonte man 2016 seitens des Bildungsministeriums, dass man sich der Wichtigkeit der Digitalisierung durchaus bewusst ist.³⁸

Das Bewusstsein über die Bedeutung des Programmierens nicht nur innerhalb der Informatik, sondern in der gesamten Gesellschaft, ist also in den letzten Jahren definitiv gestiegen. Coding wird mancherorts von einigen ExpertInnen bereits als eine „weitere neue Kulturtechnik, die den gleichen Stellenwert wie Lesen, Schreiben und Rechnen hat“³⁹ gesehen. In Österreich ist Programmieren innerhalb der Informatik-Lehrpläne sowohl im AHS- als auch BHS-Bereich bereits seit 1985 integriert.⁴⁰ Allerdings ist es momentan noch nicht abzusehen, ob, wie in anderen EU-Ländern auch, Coding in Österreich als eigenes Fach kommen wird. Im Rahmen des aktuellen Regierungsprogramms der Bundesregierung Kurz/Strache wird allerdings angedeutet, dass Programmieren bei zukünftigen Bildungsreformen einen erhöhten Stellenwert erhalten könnte. So findet sich im Programm im Bereich Digitalisierungsoffensive der Punkt: „Kindgerechtes Heranführen im Bereich Programmiersprachen ab der 1. Schulstufe (z. B. anhand der visuell-interaktiven Programmiersprache Scratch)“⁴¹

An diesem Punkt aus dem aktuellen Regierungsprogramm wird explizit *Scratch* erwähnt, eine Programmiersprache, die sich aufgrund ihrer graphischen Programmieroberfläche besonders als Einstieg zum Programmieren eignet. Beim Einsatz von Scratch in der Primarstufe wurde erhoben, dass durch *Scratch* zentrale Kompetenzen, insbesondere die Kreativität und die Fähigkeit, logisch zu denken, bei den SchülerInnen geschult werden können.⁴² Es ist daher durchaus zielführend, dass im Regierungsprogramm Scratch bzw. Programmiersprachen bereits ab der ersten Klasse der Volksschule vorgesehen sind. Programmieren bzw. das dadurch geförderte informatische Denken kann demnach bereits ab frühem Kindesalter gelehrt werden. Gerald Futschek beschreibt in seinem Beitrag die Informatik und Computer generell als „die aktuellen treibenden Kräfte von Wissenschaft, Industrie und Wirtschaft.“⁴³ Computational

³⁸ Vgl. Temel, Informatik-Unterricht.

³⁹ Reiter, Vorwort, S. 2.

⁴⁰ Vgl. ebda.

⁴¹ Neue Volkspartei & Freiheitliche Partei Österreichs (2017): Zusammen. Für unser Österreich. Regierungsprogramm 2017–2022. Online abrufbar unter: <https://www.oevp.at/download/Regierungsprogramm.pdf> [abgerufen am 21.01.2018]. S. 83.

⁴² Vgl. Reiter, Vorwort, S. 2.

⁴³ Gerald Futschek (2016): Computational Thinking im Unterricht. In: Schule Aktiv! Sonderheft des BMB. CODING - Ein Baustein der informatischen Bildung. Wien: CDA-Verlag. S. 4. In der Folge zitiert als Futschek, Computational Thinking.

Thinking hat damit nicht nur in der Informatik, sondern gesamtgesellschaftlich eine hohe Bedeutung, weshalb dieses im Unterricht behandelt werden soll. Im Vordergrund des Computational Thinkings steht dabei das Lösen von Problemstellungen – die Vorgänge rund um den Problemlösungsprozess (Formulierung des Problems, Finden einer Lösung z. B. durch den geschickten Einsatz von Algorithmen, etc.) bilden die Teilbereiche der informatischen Denkweise.⁴⁴ Es liegt allerdings an den Lehrkräften, dieses Thema altersgerecht den SchülerInnen zu vermitteln – dies geschieht durch die Bereitstellung von passenden Aufgaben. Idealerweise können die SchülerInnen diese Aufgaben in eigenständiger Arbeit lösen, denn so kann ein bestmöglicher Lernfortschritt erzielt werden.⁴⁵ Futschek betont dabei, dass Computational Thinking nicht auf bestimmte Altersstufen begrenzt ist, sondern bereits ab dem Kindergarten unterrichtet werden kann. Dabei kann die informatische Denkweise auch ohne Computer mittels Übungen am Papier unterrichtet werden; als Beispiel wird hierbei der Wettbewerb *Biber der Informatik* genannt, bei dem die SchülerInnen verschiedenste (informatische) Problemstellungen bearbeiten sollen.⁴⁶

Im Fokus des Computational Thinking steht aber natürlich dennoch das computerunterstützte Problemlösen mit diversen Programmiersprachen. Laut Futschek ermöglicht erst die Kenntnis des Programmierens eine Bewusstseins-schaffung dessen, welche Chancen, aber auch Risiken, unsere Welt, die von Informationstechnologie durchzogen ist, bietet.⁴⁷ Er bezeichnet in dieser Welt Programmierkenntnisse als „echte Ermächtigung, die es erlaubt, Technologie zu bestimmen, statt von Technologie bestimmt zu werden.“⁴⁸ Futschek rät daher dazu, Computational Thinking nicht nur isoliert innerhalb des Informatikunterrichts zu lehren, sondern fächerintegrativ. Dazu sei allerdings zuerst eine dementsprechende (Weiter-)Bildung der Lehrkräfte erforderlich.⁴⁹

Es sei also konstatierend gesagt, dass Computational Thinking und damit auch Coding innerhalb der informatischen Grundbildung einen essenziellen Part einnimmt. Wie bereits betont wurde, kann bzw. sollte dieses bereits ab dem Kindergartenalter geschult werden, doch dazu benötigt es einen richtigen, altersgerechten Zugang. Hierzu gibt es verschiedene Ansätze: Das MIT-Projekt *Scratch*⁵⁰ wurde bereits auf der vorherigen Seite angerissen, hierdurch kann den

⁴⁴ Vgl. Futschek, Computational Thinking, S. 4.

⁴⁵ Vgl. ebda, S. 4f.

⁴⁶ Vgl. ebda, S. 5.

⁴⁷ Vgl. ebda.

⁴⁸ Ebda.

⁴⁹ Vgl. ebda.

⁵⁰ Nähere Informationen zu Scratch unter: <https://scratch.mit.edu/> [abgerufen am 29.03.2018].

SchülerInnen ein einfacher Einstieg ins Programmieren mittels einer visuellen Programmierumgebung ermöglicht werden. Besonders bemerkenswert ist in Anlehnung an *Scratch* allerdings die App *Pocket Code*⁵¹. Diese wurde von der TU Graz entwickelt und bietet einen ähnlichen Ansatz wie *Scratch*. Allerdings wird im Gegensatz zu *Scratch* nicht am Computer programmiert, sondern direkt mit dem Smartphone oder Tablet. Auch hier wird eine visuelle Entwicklungsumgebung zur Programmierung verwendet, sodass ein Einstieg, aufgrund der hohen Handy- bzw. Smartphone-Affinität der heutigen Generation, wohl noch einfacher erfolgen kann, als dies mittels eines Desktop-Computers oder Notebooks möglich wäre. Es gibt natürlich auch noch weitere Ansätze, wie man Computational Thinking lehren kann, eine Erläuterung dieser würde allerdings über den Rahmen dieses Unterkapitels hinausgehen. Abschließend sei nur noch gesagt, dass auch der BBC micro:bit, der das zentrale Thema dieser Diplomarbeit bildet, wie auch andere Mikrocontroller (z. B. Calliope mini) in erster Linie dazu eingesetzt werden, um Computational Thinking und damit auch Coding einfacher zugänglich zu machen. Dies wird allerdings in einem späteren Kapitel dieser Diplomarbeit noch genauer ausgeführt.

2.1.4 Informatische Grundbildung im europäischen Vergleich

Nach diesem Exkurs zum Stellenwert des Codings in der informatischen (Grund-)Bildung, soll nun ein Vergleich zwischen der österreichischen Situation des Informatikunterrichts mit jener anderer ausgewählter europäischer Staaten geschehen.

Dem Paper von Grandl und Ebner folgend⁵², soll nun eine Auseinandersetzung mit dem Paper „Computing our future“⁵³ vom European Schoolnet erfolgen. Dort wurde informatische Bildung – insbesondere das Coding – innerhalb der einzelnen Staaten in Europa verglichen und gegenübergestellt. Es wurde dabei eine Umfrage mit 21 europäischen Staaten durchgeführt, darunter etwa Österreich, Slowakei oder England; Österreichs deutschsprachige Nachbarstaaten Deutschland und Schweiz nahmen allerdings an dieser Umfrage nicht teil.⁵⁴ Dabei wurde zuerst untersucht, ob Computational Thinking und Coding bereits in den Lehrplänen der jeweiligen Länder integriert ist. Hier zeigte sich erfreulicherweise, dass bereits 16 Länder – darunter

⁵¹ Nähere Informationen zu Pocket Code: <https://share.catrob.at/pocketcode/> [abgerufen am 29.03.2018].

⁵² Vgl. Grandl/Ebner, Informatische Grundbildung, S. 4f.

⁵³ European Schoolnet (2015): Computing our future. Computer programming and coding. Priorities, school curricula and initiatives across Europe. Online abrufbar unter: fcl.eun.org/documents/10180/14689/Computing+our+future_final.pdf/746e36b1-e1a6-4bf1-8105-ea27c0d2bbe0 [abgerufen am 22.01.2018]. In der Folge zit. als European Schoolnet, Computing.

⁵⁴ Vgl. ebda, S. 19.

auch Österreich – Programmieren in ihren Lehrplan integriert haben. Mit Finnland und Flandern, einer belgischen Region, haben zwei weitere Teilnehmer der Studie angekündigt, Coding in absehbarer Zeit in ihr Curriculum aufnehmen zu wollen.⁵⁵

Doch, obwohl in vielen europäischen Curricula bereits Computational Thinking oder Coding verankert ist, werden damit oft unterschiedliche Kompetenzen bezeichnet, die dadurch gelehrt werden. So werden im Bericht daher fünf Kernbereiche des Informatikunterrichts definiert und aufgelistet: „digitale Kompetenzen“, „Informatik als Lernhilfe“, „Anwendungskompetenzen“, „Informatik zum Erwerb von Schlüsselkompetenzen“ und „Programmierkenntnisse“. Es wird darauf eingegangen, welche Kompetenzen von den einzelnen Ländern abgedeckt werden. So zeigte sich, dass zwar sehr viele Länder (16 bzw. 14) Informatik als Lernhilfe unterrichten oder Anwendungskompetenzen lehren, allerdings nur zehn tatsächlich die Vermittlung von Programmierkenntnissen als eine der Hauptaufgaben des Informatikunterrichts sehen. Auch Österreich befindet sich nicht unter diesen zehn Ländern. Besonders bemerkenswert ist hierbei jedoch Malta, in dessen Curriculum zwar Computational Thinking erwähnt wird, allerdings unter diesem Begriff in Wirklichkeit lediglich das Lehren von Anwendungskompetenzen versteht.⁵⁶

Abschließend wurde im Bericht von European Schoolnet, bei jenen Ländern, die Coding im Curriculum integriert haben oder integrieren wollen, untersucht, in welchem Ausmaß dies der Fall ist. Es wurde dabei einerseits der Zeitpunkt der Einführung (Primarstufe, Sekundarstufe I/II) und andererseits auch der Grad der Verbindlichkeit (verpflichtender Programmierunterricht oder freiwilliger Programmierunterricht) untersucht.⁵⁷ Das Ergebnis zeigt sich dabei in Abbildung 2 – Coding als verpflichtendes Unterrichtsthema wird dabei rot dargestellt:

⁵⁵ Vgl. European Schoolnet, Computing, S. 23-26.

⁵⁶ Vgl. ebda, S. 27-34.

⁵⁷ Vgl. ebda, S. 36-42.

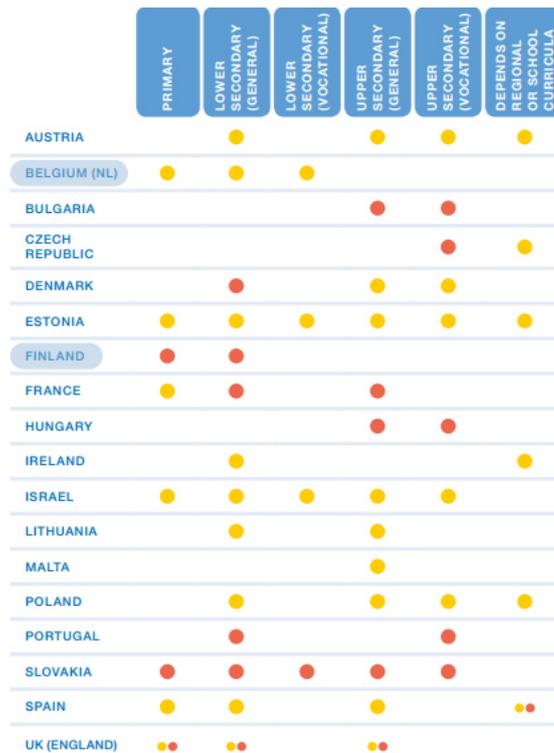


Abbildung 2: Der Grad der Integration von Programmierkonzepten ⁵⁸

Wie in Abbildung 2 ersichtlich, muss in Österreich Coding (zum Zeitpunkt des Erscheinens des Berichts) nicht verpflichtend unterrichtet werden, es wird jedoch angeboten. Damit hinkt man vielen anderen europäischen Ländern noch hinterher – besonders erwähnenswert ist hierbei die Slowakei, wo es die gesamte Schullaufbahn hindurch, ab der Volksschule bis in die Sekundarstufe II, einen verpflichtenden Programmierunterricht gibt. Generell ist es beachtenswert, dass bereits acht der untersuchten Länder Programmieren in der Volksschule anbieten. Dies zeigt das erhöhte Bewusstsein für die Wichtigkeit dieses Gegenstands, wie etwa im vorherigen Unterkapitel dargestellt wurde.

Abschließend, da der BBC micro:bit aus einer britischen Initiative entstanden ist und dieser das zentrale Thema dieser Diplomarbeit ist, soll noch kurz der britische Informatikunterricht genauer betrachtet werden.

2.1.5 Informatische Grundbildung in Großbritannien

In England wurde 2014 ein neues Fach mit dem Titel „Computing“ eingeführt – dieses ersetzt den bisherigen Informatikunterricht.⁵⁹ Während der vorhergehende Unterricht vorwiegend die Vermittlung von Anwendungskompetenzen für diverse Software beinhaltete, setzt der neue

⁵⁸ Abbildung entnommen aus: European Schoolnet, Computing, S. 39.

⁵⁹ Vgl. Miles Berry (2016): Computing in English Schools. In: Schule Aktiv! Sonderheft des BMB. CODING - Ein Baustein der informatischen Bildung. Wien: CDA-Verlag. S. 12. In der Folge zitiert als Berry, Computing.

Lehrplan seinen Fokus sehr stark auf Computational Thinking und Programmieren. Das Fach Computing ist dabei im Alter von fünf bis 16 Jahren vorgesehen und hat das Ziel, dass die SchülerInnen mit 16 Jahren wichtige IKT-Schlüsselkompetenzen erlernt haben.⁶⁰ Der Schwerpunkt des neuen Informatikunterrichts an britischen Schulen liegt darin, dass die SchülerInnen mittels des Einsatzes von kreativen Arbeitsformen und Computational Thinking lernen, wie sie unsere moderne, von IKT geprägte Welt nicht nur verstehen, sondern auch beeinflussen können.⁶¹

Dabei soll damit begonnen werden, dass die Grundlagen des Computational Thinkings in Großbritannien bereits vor der Schule, etwa im Kindergarten, erlernt werden. Wichtige Elemente des Computational Thinkings, wie etwa Problemlösungsstrategien und ein grundlegendes Verständnis von Algorithmen entwickeln, kann dabei auf das entsprechende Altersniveau heruntergebrochen bereits im Alter von fünf bis sieben Jahren erlernt werden. Dies kann etwa unter Zuhilfenahme von iPads oder einfachen Robotern geschehen.⁶² Im Curriculum ist dann in weiterer Folge vorgesehen, dass die SchülerInnen im Alter von sieben bis elf Jahren bereits die Grundzüge der Programmierung erlernen. Hierzu wird meist die visuelle Programmiersprache *Scratch* verwendet, die im vorherigen Kapitel bereits besprochen wurde. Diese Programmierkenntnisse werden dann im britischen Curriculum im Alter von elf bis vierzehn weiter ausgebaut und vertieft – eine beliebte Wahl als Einstieg in die textuelle Programmierung ist hierbei die Sprache *Python*. Abschließend, ab vierzehn Jahren, wird die Möglichkeit zu einer weiterführenden Vertiefung in der Informatik angeboten, auch als möglichst gute Vorbereitung für ein weiterführendes Studium im Bereich Informatik oder auch andere technische und naturwissenschaftliche Studien.⁶³

Es lässt sich also erkennen, dass der britische Informatikunterricht wesentlich früher und auch mit anderer Schwerpunktsetzung ansetzt als der österreichische Informatikunterricht – der Fokus in Großbritannien wird extrem stark auf Coding und Computational Thinking gelegt. Dazu unterstützend stammen aus Großbritannien auch zwei große Initiativen, die das Unterrichten dieser Bereiche unterstützen: einerseits der vollwertige Minicomputer Raspberry Pi, der auf Linux basiert und laut dem Hersteller dafür sorgen soll, dass alle Menschen vereinfacht Zugang zum „digital making“⁶⁴ finden.⁶⁵ Die andere Initiative betrifft den Mikrocontroller BBC

⁶⁰ Vgl. Berry, Computing, S. 12.

⁶¹ Vgl. ebda, S. 13.

⁶² Vgl. ebda.

⁶³ Vgl. ebda, S. 13f.

⁶⁴ Ebda, S. 15.

⁶⁵ Vgl. ebda, S. 14f.

micro:bit, der ebenso zu diesem Zweck erschaffen wurde und in einem späteren Kapitel dieser Diplomarbeit noch genau behandelt wird.⁶⁶

2.1.6 Resümee zur informatischen Grundbildung

Abschließend wird zum Bereich der informatischen Grundbildung ein kurzes Fazit gezogen: Wie festgestellt wurde, wurde dem Informatikunterricht in Österreich in der Vergangenheit nicht jener Stellenwert innerhalb des Curriculums zugestanden, den er aufgrund der Wichtigkeit der Informationstechnologie in der Gesellschaft und Berufswelt besitzen sollte. Aufgrund dessen ist die Einführung der *Digitalen Grundbildung* in Österreich ein erster Schritt, um informatische Grundbildung in Österreich stärker zu forcieren, allerdings darf kritisch angemerkt werden, dass dieser Schritt möglicherweise noch nicht weit genug geht. Der fächerintegrative Ansatz, der verfolgt wird, ist zwar als Übergangslösung bzw. als erste Maßnahme durchaus adäquat, allerdings können die erforderlichen Kompetenzen, wie das Computational Thinking, wohl auf Dauer nur in einem eigenen Fach, in dem für die aktuellen gesellschaftlichen Gegebenheiten erforderlichen Umfang, unterrichtet werden.

Denn nicht zuletzt hat der europäische Vergleich gezeigt, dass viele Länder (u. a. Slowakei, Großbritannien) Österreich in der informatischen Grundbildung bereits weit voraus sind und diese auch bereits viel früher ansetzen. Es wird daher in den nächsten Jahren unabdingbar sein, dass Österreich in diesem Bereich nachzieht.

2.2 Fächerübergreifender Unterricht

Das zentrale Thema dieser Diplomarbeit betrifft fächerübergreifende bzw. fächerintegrative Unterrichtsformen, die insbesondere – wie im vorherigen Kapitel erwähnt – im Rahmen der neu eingeführten *Digitalen Grundbildung* forciert werden sollen. Daher werden in diesem Unterkapitel die grundlegenden Aspekte des fächerübergreifenden Unterrichts erläutert und analysiert. So sollen die verschiedenen Umsetzungsmöglichkeiten eines fächerübergreifenden Unterrichts grundgelegt und die Vorteile (und ggf. Nachteile) gegenüber einem fachbezogenen Unterricht diskutiert werden. Daraufhin soll untersucht werden, ob bzw. inwieweit fächerübergreifende Unterrichtsformen bereits in den (Informatik-)Lehrplan in Österreich integriert sind. Abschließend wird recherchiert und diskutiert, ob es, wie für andere Fächer, bereits Modelle

⁶⁶ Vgl. Berry, Computing, S. 15.

für fächerintegrativen Informatikunterricht gibt oder ob es hierbei noch Anleihen aus anderen Fächern bedarf.

2.2.1 Überblick

Aufgrund der aktuellen Anforderungen der Gesellschaft ist es zunehmend schwieriger, das isolierte Fächerdenken der Schule aufrechtzuerhalten. So kritisiert beispielsweise Moegling in seinem Buch zu fächerübergreifendem Unterricht, dass es in unseren aktuell vorherrschenden, abgetrennten 50-Minuten Einheiten nicht möglich sei, einen Zugang zur Wirklichkeit zu ermöglichen und dass die SchülerInnen durch diese Unterrichtsform lediglich entfremdet lernen würden.⁶⁷ Dadurch würde laut Moegling nur ein „erfahrungsgeleertes Papierwissen“⁶⁸ gelehrt werden, das nach der Ablieferung der Prüfungsleistung wieder vergessen wird, da den SchülerInnen das Verständnis für den Zusammenhang der einzelnen gelernten Inhalte und deren Bedeutung für ihr Leben fehle.⁶⁹

Das Prinzip der isolierten Fächer wird also von Moegling wie auch anderen DidaktikerInnen und SchulexpertInnen durchaus kritisch betrachtet, weshalb zunehmend die Forderung nach einem fächerübergreifenden Ansatz auftaucht. Dahingehend soll nun eine Definition von fächerübergreifendem Unterricht erfolgen, dabei wurden für die Erarbeitung Astrid Becks Ausführungen zu fächerübergreifenden Mathematikunterricht⁷⁰ herangezogen: So liege dem Begriff des fächerübergreifenden Unterrichts zuerst einmal zugrunde, dass es festgelegte Fächer gibt und dass es dadurch in irgendeiner Form die Möglichkeit gibt, die Grenzen der jeweiligen festgelegten Fächer zu überwinden. Damit ein Unterricht als fächerübergreifend bezeichnet werden kann, bedarf es zwingend einer Hereinnahme eines fachfremden Inhalts aus einem oder mehreren anderen Fächern.⁷¹ Beckmann stellt dahingehend also eine allgemeine Definition für fächerübergreifenden Unterricht auf, die wie folgt lautet:

„Fächerübergreifender Unterricht bedeutet die (unterrichtliche) Beschäftigung mit einem Gebiet, indem die fachlichen Grenzen überschritten werden und andere Fächer (wie und zu welchem Zweck oder Ziel auch immer) einbezogen werden.“⁷²

⁶⁷ Vgl. Klaus Moegling (1998): Fächerübergreifender Unterricht. Wege ganzheitlichen Lernens in der Schule. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt. S. 11. In der Folge zitiert als Moegling, fächerübergreifender Unterricht.

⁶⁸ Ebda.

⁶⁹ Vgl. ebda.

⁷⁰ Vgl. Astrid Beckmann (2003): Fächerübergreifender Mathematikunterricht. Teil 1: Ein Modell, Ziele und fachspezifische Diskussion. Hildesheim/Berlin: Franzbecker. In der Folge zitiert als Beckmann, fächerübergreifender Mathematikunterricht.

⁷¹ Vgl. ebda, S. 7.

⁷² Ebda.

Damit ein fächerübergreifender Unterricht stattfinden kann, werden auch die dementsprechenden Kompetenzen der Lehrkraft benötigt – schließlich braucht es für einen fächerübergreifenden Unterricht ausreichendes Wissen in allen Bereichen, die unterrichtet werden. Im Regelfall kann dies eine Lehrkraft alleine nicht abdecken, weshalb eine Zusammenarbeit der jeweiligen FachlehrerInnen der betroffenen Fächer erforderlich ist.⁷³ Das Ausmaß und die Form der Kooperation der einzelnen Fächer kann dabei in Umfang und Art variieren, einige Formen sind dabei im nächsten Abschnitt dieser Diplomarbeit angeführt.

Grundsätzlich ist allerdings wichtig zu erwähnen, dass es bei der Kooperation von mehreren Fächern gleichzeitig auch zu einem Aufeinandertreffen von unterschiedlichen Methoden, Inhalten, Denkansätzen etc. kommt. Gleichzeitig können allerdings auch Gemeinsamkeiten der jeweiligen Fächer zum Vorschein kommen (z. B. gleiche methodische Verfahren bei naturwissenschaftlichen Fächern).⁷⁴ Diese Differenzen aber auch die Gemeinsamkeiten können laut Beckmann schlussendlich genutzt werden, um den eigentlichen Unterrichtsgegenstand fächerübergreifend zu bereichern, etwa durch eine umfassendere Bearbeitung eines Themas oder durch die Zuhilfenahme fachfremder Ideen und Denkansätze. Durch die Unterschiedlichkeit der Fächer können gleichzeitig auch Themen behandelt werden, die einem isolierten Fachunterricht wohl verschlossen bleiben würden. Hinsichtlich der Nutzung von Gemeinsamkeiten, können gewisse Themen (z. B. in Naturwissenschaften) vertiefender behandelt werden, als dies innerhalb eines Faches möglich wäre.⁷⁵ Schlussendlich sei angemerkt, dass, egal in welcher Art und Weise der fächerübergreifende Unterricht gestaltet wird, es unabdingbar ist, dass das Ziel ein Mehrwert bzw. eine Bereicherung des Unterrichts sein muss – denn ansonsten wäre ein fächerübergreifender Unterricht nicht zielführend und überflüssig.⁷⁶

2.2.2 Formen des fächerübergreifenden Unterrichts

Es gibt viele unterschiedliche Konzepte, wie ein fächerübergreifender Unterricht realisiert werden kann. Deshalb seien in diesem Unterkapitel einige unterschiedliche Herangehensweisen beschrieben. Dabei wurde als Grundlage und Ausgangspunkt für dieses Unterkapitel die Diplomarbeit von Carina Pusch⁷⁷ verwendet. Pusch bezog sich in ihrer Arbeit auf die Ansätze von Astrid Beckmann und Ludwig Huber, es folgte eine selbstständige Auseinandersetzung mit der

⁷³ Vgl. Beckmann, fächerübergreifender Mathematikunterricht, S. 8.

⁷⁴ Vgl. ebda, S. 13-16.

⁷⁵ Vgl. ebda, S. 19.

⁷⁶ Vgl. ebda.

⁷⁷ Vgl. Carina Pusch (2017): Die positiven Auswirkungen von fächerübergreifendem Unterricht am praktischen Beispiel Mathematik-Musikerziehung. Graz, Dipl.-Arb. S. 10-16. In der Folge zitiert als Pusch, fächerübergreifender Unterricht.

dort verwendeten Literatur, darüber hinaus wurden auch noch andere Herangehensweisen betrachtet.

Beckmann definiert vier grundsätzliche Stufen der Kooperation⁷⁸ – mit jeder Stufe steigt der Umfang der Zusammenarbeit. Als erste Stufe sieht sie die „Themen- und leitfachbezogene Arbeit“ – hierbei überschreitet die Lehrperson die Grenzen des eigenen Fachs und benützt Anleihen aus anderen Fächern. Bei dieser Form der Kooperation geht es allerdings vorwiegend darum, dass das eigentliche Fach selbst bzw. dessen Inhalte vertiefend behandelt werden, die anderen Fächer werden dabei nicht in ihrer Ganzheit miteinbezogen. Als zweite Stufe sieht sie die „themenbezogene Parallelarbeit“. Bei dieser Form gelten im Gegensatz zur ersten Stufe als Ausgangspunkt inhaltliche Parallelen in unterschiedlichen Fächern (z. B. 2. Weltkrieg in Geschichte und in Deutsch in der Literatur). Hier sprechen sich die Lehrpersonen ab und arbeiten zusammen, mit dem Ziel, dass die gemeinsamen Inhalte etwa im gleichen Zeitraum abgedeckt werden.⁷⁹

Diese zwei Stufen bezeichnet Beckmann als „fächerübergreifenden Unterricht“. Es erfolgt also ein Unterricht über die Fachgrenzen hinaus, allerdings werden die Formen der Fächer als solche beibehalten. Die Stufe drei und vier ihrer aufgestellten Kooperationsformen bezeichnet sie als „fächerverbindenden Unterricht“, hier werden also auch die Fächer als solche in ihrer Form vorübergehend verändert und verbunden.⁸⁰

Als Stufe drei bezeichnet Beckmann die „planungsbezogene Parallelarbeit“. Hierbei geht es um einen Inhalt bzw. ein Thema, das mehrere Fächer betrifft. Dadurch kann eine Kooperation mehrerer Lehrpersonen der betroffenen Fächer entstehen – diese planen und erstellen in Zusammenarbeit eine Unterrichtssequenz. Da die Unterrichtssequenz bzw. -einheit mehrere Fächer betrifft, ist es oft erforderlich, auch in organisatorischer Hinsicht (Tausch von Unterrichtsstunden etc.) die Möglichkeit eines fächerverbindenden Unterrichts zu schaffen.⁸¹ Als letzte und umfangreichste Möglichkeit der Zusammenarbeit sieht Beckmann die „planungsbezogene Gemeinschaftsarbeit“. Auf dieser Stufe der Zusammenarbeit steht ein Themenkomplex im Fokus, der ohne die fächerverbindende Kooperation mehrerer Fächer nicht adäquat behandelt werden kann. Deshalb schließen sich hierbei die LehrerInnen der jeweiligen Fächer zusammen und erstellen bereits die komplette Planung gemeinsam und auch der gesamte Unterricht erfolgt in

⁷⁸ Vgl. Beckmann, fächerübergreifender Mathematikunterricht, S. 9-12.

⁷⁹ Vgl. ebda, S. 9f.

⁸⁰ Vgl. ebda, S. 9-12.

⁸¹ Vgl. ebda, S. 10.

Gemeinschaft. Die beteiligten Fächer sind dabei alle gleichgestellt, allerdings rücken diese im Zuge der Erarbeitung oft in den Hintergrund. Da diese Kooperationsform oft derart umfangreiche Themenkomplexe betrifft, findet sich diese Stufe der Zusammenarbeit hauptsächlich in der Erarbeitung größerer Projekte wieder, da eine derart umfangreiche fächerverbindende Kooperation ansonsten inhaltlich und organisatorisch im alltäglichen Schulleben schwer umsetzbar wäre.⁸²

Anders als Beckmann definieren Hugo Caviola, Regula Kyburz-Graber und Sibylle Locher die Möglichkeiten des fächerübergreifenden Unterrichts in ihrem fachdidaktischen Artikel⁸³. So unterscheiden sie in ihrem Text zwischen zwei grundsätzlich unterschiedlichen Organisationsformen: Als Erstes erwähnen sie den „fächerübergreifende[n] Unterricht im Fachstundenplan“⁸⁴. Im Rahmen dessen findet fächerübergreifender Unterricht außerhalb von einzelnen Unterrichtsfächern und ohne spezifische zeitliche Rahmenbedingungen statt. Der Unterricht in dieser Form ist meist als Projektarbeit organisiert, inwieweit bzw. in welchem Umfang die einzelnen betroffenen Fächer innerhalb dieses Projekts involviert sind, ist flexibel. Es ist für die erfolgreiche fächerübergreifende Arbeit in diesem Kontext auch wichtig, nicht völlig starr am Stoff, den der Lehrplan der einzelnen Fächer vorgibt, festzuhalten.⁸⁵

Als zweite Möglichkeit von fächerübergreifendem Unterricht wird im Artikel auch noch die Möglichkeit des „fächerübergreifende[n] Unterricht[s] im eigenen Unterrichtsgefäß [sic]“⁸⁶ beschrieben. Mit dem eigenen „Unterrichtsgefäß“ wird hier etwa eine Schulstunde oder ein Stundenblock bezeichnet. Dies ist die Variante, wie sie wohl häufiger als die erstgenannte im Schulalltag, im Rahmen des Regelunterrichts, vorkommt. Die AutorInnen des Artikels unterscheiden bei dieser Form nochmals zwischen „fächerergänzend“ und „fächerintegrierend“. Mit „fächerergänzend“ wird eine Arbeitsform beschrieben, bei der ein Themenbereich neben der Behandlung in diversen Fächern zusätzlich noch einen eigenen Zeitblock erhält (etwa ein Workshop etc.), wo dieses Thema noch über die Inhalte des Fachunterrichts hinausgehend ver-

⁸² Vgl. Beckmann, fächerübergreifender Mathematikunterricht, S. 11

⁸³ Vgl. Hugo Caviola; Regula Kyburz-Graber; Sibylle Locher (2009): Was ist guter fächerübergreifender Unterricht? In: Folio 5/09. Zeitschrift für Lehrkräfte in der Berufsbildung. S. 22-26. Online abrufbar unter: https://www.researchgate.net/profile/Regula_Kyburz-Graber/publication/280810871_Was_ist_guter_facheruebergreifender_Unterricht/links/588f4df3a6fdcc8e63cbc44f/Was-ist-guter-faecheruebergreifender-Unterricht.pdf [abgerufen am 06.02.2018]. In der Folge zitiert als Caviola/Graber/Locher: fächerübergreifender Unterricht.

⁸⁴ Ebda, S. 22.

⁸⁵ Vgl. ebda.

⁸⁶ Ebda, S. 23.

tieft wird. Daneben werden mit „fächerintegrierend“ laut den AutorInnen explizit Unterrichtseinheiten bezeichnet, die dafür gedacht sind, die Inhalte von mehreren Fächern zu integrieren. In dem Artikel wird dabei auch die Wichtigkeit von Teamteaching für diese fächerübergreifende Form hervorgehoben.⁸⁷ Auch die Beispiele dieser Diplomarbeit, die später präsentiert werden, sind fächerintegrativ konzipiert – die Inhalte von mehreren Fächern sollen innerhalb einer Unterrichtseinheit behandelt werden.

Verschiedene Unterrichtstypen des fächerübergreifenden Unterrichts wurden auch von Ludwig Huber⁸⁸ behandelt, der unterschiedliche Formen des fächerübergreifenden Unterrichts beschreibt. Hinsichtlich der Unterrichtsorganisation sieht er folgende Möglichkeiten eines solchen Unterrichts⁸⁹: Als Erstes nennt er den „fachüberschreitenden“ Unterricht – hierbei werden die Grenzen eines jeweiligen Fachs von der Lehrperson in irgendeiner Art und Weise überschritten. Der Umfang dieses Überschreitens ist nicht klar definiert, gegebenenfalls wird sogar lediglich auf ein anderes Thema, das mit einem anderen Fach in Verbindung steht, verwiesen. Als nächsten Punkt nennt er den „fächerverknüpfenden“ Unterricht – hiermit bezeichnet Huber jene Unterrichtsorganisation, bei der die jeweiligen LehrerInnen der beteiligten Fächer ein verwandtes Themengebiet in Absprache zeitlich parallel unterrichten.⁹⁰

Als eine weitere mögliche Unterrichtsorganisationsform für fächerübergreifenden Unterricht bezeichnet Huber den „fächerkoordinierenden“ Unterricht: Hierbei stimmen sich die einzelnen FachlehrerInnen bereits bei ihrer Unterrichtsplanung aufeinander ab, diese wird allerdings trotzdem selbstständig und unabhängig von den jeweils beteiligten FachlehrerInnen für ihre Fächer erstellt. Der Unterricht selbst erfolgt weiterhin getrennt.⁹¹

Des Weiteren beschreibt Huber einen „fächerergänzenden“ Unterricht⁹² – diese Beschreibung deckt sich mit jener von Caviola u. a., die zuvor betrachtet wurde. Auch Huber bezeichnet damit Einheiten bzw. Veranstaltungen, die zusätzlich zum eigentlichen Unterricht stattfinden und der Ergänzung und Vertiefung von Unterrichtsinhalten dienen. Zuletzt erwähnt Huber als mögliche Form für die Organisation eines fächerübergreifenden Unterrichts den „fächeraussetzenden“

⁸⁷ Vgl. Caviola/Graber/Locher: fächerübergreifender Unterricht, S. 23.

⁸⁸ Vgl. Ludwig Huber (1995): Individualität zulassen und Kommunikation stiften. Vorschläge und Fragen zur Reform der gymnasialen Oberstufe. In: Die deutsche Schule. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Bildungspolitik und pädagogische Praxis. 87. Jg. H. 2. S. 161-182. Online abrufbar unter: <https://pub.uni-bielefeld.de/download/1781694/2313430> [abgerufen am 06.02.2018]. In der Folge zitiert als Huber, Individualität.

⁸⁹ Vgl. ebda, S. 167f.

⁹⁰ Vgl. ebda.

⁹¹ Vgl. ebda, S. 168.

⁹² Vgl. ebda.

Unterricht – hierbei erfolgt zugunsten von Projektarbeiten etc. eine vorübergehende Aussetzung des eigentlichen Regelunterrichts. Wie allerdings bereits auch bei der Beschreibung der Formen von Caviola u. a. erwähnt wurde, wird diese Form des fächerübergreifenden Unterrichts aufgrund seines hohen organisatorischen Aufwands nur vereinzelt im Schulalltag durchgeführt. Huber beschreibt für all seine fächerübergreifenden Formen – wie auch Beckmann –, dass die Art der Einbeziehung der Fächer auf unterschiedliche Art und Weise geschehen kann, etwa so, dass sich beide Fächer ergänzen, oder aber auch in einer Form, dass ein Fach bzw. dessen Methoden als Gegensatz verwendet werden, um z. B. einen Sachverhalt besser verstehen zu können.⁹³

2.2.3 Vor- und Nachteile eines fächerübergreifenden Unterrichts

In diesem Unterkapitel sollen einige Vor- und Nachteile eines fächerübergreifenden Unterrichts diskutiert werden. Es werden dabei verschiedene Betrachtungsweisen herangezogen, da es viele verschiedene Argumentationen für bzw. gegen einen fächerübergreifenden Unterricht gegenüber eines regulären Fachunterrichts gibt.

Moegling setzt sich in seinem Werk mit der Relation zwischen dem klassischen Fachunterricht und dem fächerübergreifenden Unterricht auseinander. Er bezeichnet Unterrichtsfächer als einseitig und bruchstückhaft, sagt aber gleichzeitig auch, dass durch diese wichtiges Spezialisierungswissen erworben wird.⁹⁴ Unterrichtsfächer in ihrer aktuellen Form werden aber oft als inadäquat bzw. unzeitgemäß bezeichnet und bieten so häufig Raum für Kritik. Moegling schlüsselt daher in seinem Werk die Nachteile des fachbezogenen Unterrichts nach Memmert auf. So sei ein großes Problem, dass in den Fächern nur „isoliertes Wissen“ gelehrt werde, dass nicht in Bezug zur Lebenswelt der SchülerInnen gesetzt wird. Dazu weiterführend wird im Text das „Schubladendenken“ der einzelnen Fächer genannt – so würden FachlehrerInnen ihr eigenes Fach im Vergleich zu anderen zumeist als wichtiger betrachten und daher verschiedene Themen und Problemstellungen nur aus der eigenen Fachperspektive betrachten.⁹⁵

Dahingehend sind auch die weiteren Punkte ausgerichtet, die als Nachteile eines fachspezifischen Unterrichts im Text angeführt werden⁹⁶: So wird die „Kopflastigkeit“ als Problem be-

⁹³ Vgl. Huber, Individualität, S. 168.

⁹⁴ Vgl. Moegling, fächerübergreifender Unterricht, S. 31.

⁹⁵ Vgl. ebda.

⁹⁶ Vgl. ebda.

zeichnet; damit meint der Autor, dass durch den Einfluss der Fachdidaktik und der vorgegebenen Unterrichtsinhalte oftmals eine „leiblich-sinnliche Entfaltungsmöglichkeit“⁹⁷ innerhalb des Unterrichts nicht ermöglicht werden kann. Als weiterer Kritikpunkt an einem fachbezogenen Unterricht wird im Artikel die „Zersplitterung“ angemerkt. So sei es laut dem Autor aufgrund der begrenzten Zeit in den einzelnen Unterrichtseinheiten der Unterrichtsfächer (je 50 Minuten) nicht möglich, einen ganzheitlicheren Blick für Inhalte zu erhalten. Abschließend wird im Text als negativer Punkt bezüglich fachbezogenem Unterricht noch angemerkt, dass es gewisse Fächer und damit auch Inhalte in der Schule, die im Alltag aber eine große Rolle spielen, schlichtweg einfach nicht gibt – hier erwähnt der Autor die Medizin oder die Rechtswissenschaften als Beispiele.⁹⁸

Laut Moegling darf der Fachunterricht aber nicht per se verteufelt werden, allerdings benötigt es heute neben den Kompetenzen in einem fachspezifischen Bereich aber auch fächerübergreifende Denkweisen, insbesondere, wenn man an die Grenzen des jeweiligen Fachs stößt. Denn durch das Denken in fachübergreifenden Dimensionen – auch im Unterricht – wird auch die Kreativität und Vorstellungskraft erweitert, da es erforderlich ist, in größeren Zusammenhängen zu denken.⁹⁹

Doch wie Moegling beschreibt, gibt es auch Nachteile bzw. problematische Bereiche, die bei einem fächerübergreifenden Unterricht auftreten können. So sei keineswegs garantiert, dass nur durch den Einsatz eines fächerübergreifenden Ansatzes gleichzeitig auch eine Bereicherung des Unterrichts bzw. einem Mehrwert dessen einhergeht.¹⁰⁰ Deshalb beschreibt Moegling in seinem Werk mögliche Probleme, definiert nach Popp, die mit einem fächerübergreifenden Ansatz entstehen können: Als Erstes erwähnt er hierbei, dass der Unterricht von einer „Antiintellektualität“ und möglicherweise von einer „Entrationalisierung“ geprägt sein könnte. Dies bedeutet, dass der Fokus zu stark auf den unmittelbaren Anschauungseffekt bzw. Erlebniseffekt gelegt werden könnte und daher eine Abstrahierung des Gelernten von diesen anschaulichen Beispielen weg nicht stattfindet. Als weiteren Punkt merkt der Autor die Problematik einer „zu starke[n] Kindorientierung“¹⁰¹ an, die aussagt, dass im fächerübergreifenden Ansatz gegebenenfalls die Interessen der Kinder zu stark im Fokus liegen und die fachlichen Anforderungen vernachlässigt werden.¹⁰²

⁹⁷ Moegling, fächerübergreifender Unterricht, S. 31.

⁹⁸ Vgl. ebda.

⁹⁹ Vgl. ebda, S. 31f.

¹⁰⁰ Vgl. ebda, S. 33.

¹⁰¹ Ebda.

¹⁰² Vgl. ebda.

Daneben taucht bei einem fächerübergreifenden Unterricht gegenüber eines fachbezogenen Unterrichts laut dem Artikel auch die Problematik des „Vollständigkeitswahns“ auf – so werden oft übertrieben viele Inhalte in den Unterricht integriert, ohne dass auf den Aufbau und die Struktur des Unterrichts geachtet wird. Dies führt in weiterer Folge zum nächsten Punkt, der erwähnt wird: So bestehe die Gefahr im fächerintegrativen bzw. fächerübergreifenden Ansatz, dass der Unterricht nur mehr ein „oberflächliches Dilettieren“¹⁰³ sei und es durch die Hintansetzung fachlicher Unterrichtsinhalte zu fehlenden bzw. mangelhaft ausgebildeten Fachkompetenzen komme.¹⁰⁴

Konstatierend darf also laut Moegling der fachbezogene Unterricht nicht einfach zugunsten des fächerübergreifenden Unterrichts schlechtgeredet werden – es braucht für die vollständige Ausbildung aller für die Gesellschaft und das weitere Leben notwendigen Kompetenzen beide Ansätze. So können im fachbezogenen Unterricht einfacher fachspezifisch-sachliche Inhalte vermittelt werden, allerdings werden erst durch den fächerübergreifenden Unterricht weitreichendere Zusammenhänge und Strukturen erkannt und somit kann ein ganzheitlicheres Lernen ermöglicht werden.¹⁰⁵

Die Vor- und Nachteile eines fächerübergreifenden Unterrichts werden auch von Hugo Caviola, Regula Kyburz-Graber und Sibylle Locher in ihrem fachdidaktischen Artikel beschrieben.¹⁰⁶ Wie im vorherigen Kapitel ausgeführt, unterscheiden sie in ihrem Artikel zwischen fächerübergreifendem Unterricht, der innerhalb des Regelunterrichts stattfindet, und jenem, der herausgelöst von diesem abgehalten wird – etwa im Rahmen von Projekttagen. Insbesondere bei den fächerübergreifenden Formen, die aus dem Rahmen des eigentlichen Unterrichts herausgelöst sind und organisatorisch sinnvoll aufgezogen wurden, zeigte sich, dass die SchülerInnen diese als eine Bereicherung empfunden haben.¹⁰⁷ Allerdings gibt es auch durchaus Schwierigkeiten bei der Umsetzung dieser fächerübergreifenden Form, da teils vom Lehrplan abgewichen werden muss und dies mitunter auch auf Gegenwind stoßen kann. Als schwierig empfunden wird bei einem fächerübergreifenden Unterricht auch die Benotung der SchülerInnen. Schließlich wollen die einzelnen LehrerInnen trotz eines fächerübergreifenden Unterrichts auch die Noten für ihre einzelnen Fächer sammeln und bestimmen können.¹⁰⁸

¹⁰³ Moegling, fächerübergreifender Unterricht, S. 34.

¹⁰⁴ Vgl. ebda, S. 33f.

¹⁰⁵ Vgl. ebda, S. 34.

¹⁰⁶ Vgl. Caviola/Graber/Locher: fächerübergreifender Unterricht, S. 22-26.

¹⁰⁷ Vgl. ebda, S. 22.

¹⁰⁸ Vgl. ebda, S. 22f.

Im Regelfall werden allerdings fächerübergreifende Formen, die aus dem Unterricht herausgelöst sind, ohnehin seltener stattfinden als fächerübergreifender Unterricht im Rahmen der normalen Unterrichtsstunden. Dies hat vor allem auch jenen Grund, dass ein projektartiger fächerübergreifender Unterricht, der etwa als eigene Veranstaltung organisiert ist, für die LehrerInnen, die für die Organisation zuständig sind, einen großen Mehraufwand bedeutet. Dieser geht oftmals dazu noch über die Regelarbeitszeit hinaus, weshalb viele Lehrpersonen daher den Aufwand für eine solche Unterrichtsform als Belastung beschrieben haben.¹⁰⁹

Es wird allerdings auch in diesem Artikel beschrieben, dass die Vorteile eines fächerübergreifenden Unterrichts gegenüber den Nachteilen zumeist überwiegen: So könne durch den fächerübergreifenden Unterricht über das Zusammenkommen mehrerer Fächer mit ihren Methoden weitreichendere Erkenntnisse erzielt werden, als dies innerhalb eines einfachen Faches möglich wäre. Denn so sei der fächerübergreifende Unterricht laut den AutorInnen besonders dazu geeignet, einen praxisnahen Unterricht zu gestalten, der auf die Lebenswelt der SchülerInnen Bezug nimmt. Wichtig ist dabei allerdings, schon bei der Planung festzulegen, welche Lernziele mit dem Unterricht erreicht werden sollen, da man so möglichst zielführend die einzelnen Fächer und ihre Komponenten in eine Einheit integrieren kann.¹¹⁰ Zuletzt werden im Artikel noch wichtige Grundsätze genannt, damit der fächerübergreifende Unterricht überhaupt funktionieren kann. Es benötige einerseits eine grundlegende Offenheit der Lehrkräfte für alle Fächer, nicht nur für jene, die sie selbst unterrichten. Andererseits wird auch die Unterstützung der gesamten Institution Schule (Schulleitung, Unterrichtsplanung, Ressourcenverteilung etc.) benötigt, damit ein fächerübergreifender Unterricht überhaupt funktionieren kann.¹¹¹

Abschließend sei gesagt, dass der fächerübergreifende Unterricht durchaus viele Vorteile bieten kann, keineswegs aber nur als Mittel zum Zweck oder als gezwungene Maßnahme eingesetzt werden sollte. Astrid Beckmann beschreibt dazu die Aufgabe eines solchen Unterrichts: „Fächerübergreifender Unterricht muss auf das Ziel der Bereicherung gerichtet sein. [...] Es kann inhalts-, methoden-, kompetenz-, und denkweisenorientiert sein [...]“¹¹² Wie Beckmann damit ausdrückt, sollte ein fächerübergreifender Unterricht also immer einen gewissen Mehrwert – in welcher Hinsicht auch immer – gegenüber einem fachbezogenen Unterricht bieten, denn dann hat eine fächerübergreifende Unterrichtsform auch durchaus mehr Vor- als Nachteile.

¹⁰⁹ Vgl. Caviola/Graber/Locher: fächerübergreifender Unterricht, S. 23.

¹¹⁰ Vgl. ebda, S. 24.

¹¹¹ Vgl. ebda, S. 25.

¹¹² Beckmann, fächerübergreifender Mathematikunterricht, S. 30.

2.2.4 Verankerung im Lehrplan

Fächerübergreifender Unterricht ist nicht nur ein fakultatives Element im Kontext der Schulbildung, sondern auch explizit im Lehrplan verankert. Da sich diese Diplomarbeit vorwiegend auf die Sekundarstufe I konzentriert, werden hierbei vor allem der Lehrplan der AHS und jener der Neuen Mittelschule (NMS) betrachtet.

Beide Lehrpläne sind hierbei inhaltlich größtenteils wie auch im Wortlaut deckungsgleich – beide sprechen fächerverbindende und fächerübergreifende Formen als Möglichkeit an, einen Bezug zur Lebenswelt der SchülerInnen herzustellen.^{113, 114} So wird unter dem Punkt „Leitvorstellungen“, bei den „allgemeinen Bildungszielen“ zu fächerübergreifendem Unterricht Folgendes in beiden Lehrplänen erwähnt:

„Im Sinne der gemeinsamen Bildungswirkung aller Unterrichtsgegenstände hat der Unterricht die fachspezifischen Aspekte der einzelnen Unterrichtsgegenstände und damit vernetzt fächerübergreifende und fächerverbindende Aspekte zu berücksichtigen. Dies entspricht der Vernetzung und gegenseitigen Ergänzung der einzelnen Disziplinen und soll den Schülerinnen und Schülern bei der Bewältigung von Herausforderungen des täglichen Lebens helfen.“^{115, 116}

Damit wird grundgelegt, dass fächerübergreifende Formen im Zuge der Schulbildung quer über alle Unterrichtsfächer hinweg Anwendung finden sollen. Dies betrifft nicht nur die Grundsätze bzw. die „allgemeinen Bildungsziele“ der Lehrpläne, auch unter dem Punkt Schul- bzw. Unterrichtsplanung wird als ein Erfordernis explizit von „fächerverbindende[n] und fächerübergreifende[n] Maßnahmen“^{117, 118} gesprochen. Fächerübergreifende Aspekte sind also verbindlich in der Unterrichtsplanung zu berücksichtigen.

Es findet sich des Weiteren in den Lehrplänen ein eigenes Unterkapitel, das sich genauer mit dem fächerverbindenden bzw. fächerübergreifenden Unterricht beschäftigt. So wird dabei erwähnt, dass für diverse Aufgaben- und Problemstellungen eine Behandlung isoliert innerhalb eines Faches nicht möglich ist und es daher einer Kooperation mehrerer Fächer bedarf. Es erfolgt dabei bei solchen fächerübergreifenden Kooperationen „eine Bündelung von allgemeinen

¹¹³ Vgl. BMBWF, AHS-Lehrplan.

¹¹⁴ Vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2018): Lehrplan der Neuen Mittelschule (NMS). S. 3. Online abrufbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40199276/NOR40199276.pdf> [abgerufen am 08.02.2018]. In der Folge zitiert als BMBWF, NMS-Lehrplan.

¹¹⁵ BMBWF, AHS-Lehrplan.

¹¹⁶ BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 3.

¹¹⁷ BMBWF, AHS-Lehrplan.

¹¹⁸ BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 13.

und fachspezifischen Zielen unter einem speziellen Blickwinkel, wodurch es den Schülerinnen und Schülern eher ermöglicht wird, sich Wissen in größeren Zusammenhängen [...] selbstständig anzueignen^{119, 120}. Des Weiteren wird im Unterkapitel die Unterscheidung zwischen fächerverbindendem und fächerübergreifendem Unterricht getroffen. Die Lehrpläne definieren die Begriffe so, dass fächerverbindender Unterricht ein Hinausgreifen über die einzelnen Fachinhalte meint, allerdings die Struktur des Fachs (also die Unterrichtseinheit selbst) unverändert bleibt. Fächerübergreifender Unterricht ist laut den Lehrplänen das, was etwa Ludwig Huber als „fächeraussetzenden Unterricht“¹²¹ (vgl. dazu Abschnitt 2.2.2) bezeichnet hat – also eine Unterrichtsform, die die Struktur der Fächer verlässt, sich über einen größeren Zeitraum hinstrecken kann und in Projektform organisiert ist.^{122, 123}

Neben diesem eigenen Unterkapitel sind in den beiden Lehrplänen in jedem einzelnen Fach zusätzlich nochmals fächerübergreifende bzw. fächerverbindende Formen explizit erwähnt und werden für gewisse Unterrichtsinhalte empfohlen.^{124, 125} Konstatierend kann also gesagt werden, dass fächerübergreifende bzw. fächerintegrative Unterrichtskonzepte durchaus in den österreichischen Lehrplänen verankert sind. Diese werden nicht nur als fakultative Möglichkeit beschrieben, sondern werden zum Teil explizit gefordert, um gewisse Frage- und Problemstellungen besser bearbeiten zu können. Somit geht der fächerintegrative Ansatz, der mit den Unterrichtsbeispielen in dieser Diplomarbeit verfolgt wird, durchaus auch mit den österreichischen Lehrplänen konform.

2.2.5 Fächerübergreifender Informatikunterricht

Abschließend soll noch diskutiert werden, ob es didaktische Grundierungen bzw. ein eigenes Modell für fächerübergreifenden Informatikunterricht gibt, etwa in jener Form, wie es Astrid Beckmann für den Mathematikunterricht¹²⁶ geschaffen hat.

Nach umfassender Literaturrecherche kann allerdings konstatiert werden, dass ein solches Modell für fächerübergreifenden Informatikunterricht in dieser Form noch nicht existiert. Es gibt

¹¹⁹ BMBWF, AHS-Lehrplan.

¹²⁰ BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 16.

¹²¹ Huber, Individualität, S. 168.

¹²² Vgl. BMBWF, AHS-Lehrplan.

¹²³ Vgl. BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 16.

¹²⁴ Vgl. BMBWF, AHS-Lehrplan.

¹²⁵ Vgl. BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 26-115.

¹²⁶ Vgl. Beckmann, fächerübergreifender Mathematikunterricht.

eine Vielzahl von Herangehensweisen und Bestrebungen, den Informatikunterricht fächerübergreifend bzw. fächerintegrativ zu gestalten, dies ist inzwischen auch in vielen Lehrplänen verankert. Auch im Zuge der *Digitalen Grundbildung* in der Sekundarstufe I wird verstärkt ein fächerintegrativer Ansatz forciert (vgl. dazu Abschnitt 2.1.2).

Wie aber etwa Sigrid Schubert und Andreas Schwill in ihrem Werk zur Informatikdidaktik anmerken, bietet sich Informatikunterricht besonders stark für fächerübergreifenden Unterricht an. Sie sprechen dabei von einer „pädagogische[n] Doppelfunktion“¹²⁷, die der Informatikunterricht innehat, denn in der Informatik werden oft Aufgaben aus anderen Fächern herangezogen und bearbeitet. Dadurch entstehe laut den AutorInnen ein Lerneffekt in beiden Fächern.¹²⁸

Daneben wird von den AutorInnen beschrieben, dass fächerübergreifender Informatikunterricht auch insofern immer größere Relevanz erlangt, als es zu einer zunehmenden „Informatisierung aller Unterrichtsfächer“¹²⁹ komme. Problemstellungen anderer Fächer können mit informatischen Hilfsmitteln viel einfacher bearbeitet werden (z. B. die Software *GeoGebra* für den Mathematikunterricht). Alleine deshalb kann von jedem Fach aus ein informatischer Bezug hergestellt werden und fächerübergreifender Informatikunterricht kann somit ausgehend von jedem Fach erfolgen.¹³⁰

Summa summarum kann also gesagt werden, dass fächerübergreifender Informatikunterricht in der Praxis, wie im Rahmen dieser Diplomarbeit durch diverse Beispiele bereits dargelegt wurde, durchaus breite Zustimmung und Anwendung im Schulalltag findet. Eine explizite fachdidaktische Grundierung bzw. Modellierung für einen fächerübergreifenden Informatikunterricht in Anlehnung an Beckmann konnte allerdings im Rahmen der Literaturrecherche für diese Diplomarbeit nicht gefunden werden. Hier bedarf es somit wohl noch Anleihen von anderen Fächern oder der zukünftigen Schaffung von einem Modell in Zusammenhang mit der Fachdidaktik der Informatik.

¹²⁷ Sigrid Schubert; Andreas Schwill (2011): Didaktik der Informatik. 2. Aufl. Heidelberg: Spektrum. S. 50. In der Folge zitiert als Schubert/Schwill, Didaktik.

¹²⁸ Vgl. ebda, S. 50f.

¹²⁹ Ebda, S. 51.

¹³⁰ Vgl. ebda.

3 Mikrocontroller im Überblick

Im folgenden Kapitel soll nun das Gerät, welches in dieser Diplomarbeit behandelt wird, näher beleuchtet werden: der BBC micro:bit. So soll ein allgemeiner Überblick über das Gerät und dessen Funktionalitäten gegeben und die dahinterliegende Initiative untersucht werden. Der BBC micro:bit zählt zu den Mikrocontrollern – hierbei gab es in den letzten Jahren mehrere verschiedene Initiativen, unter anderem die Verteilung des Calliope mini in einigen deutschen Bundesländern. Einige Mikrocontroller, die als Alternativen oder Vorläufer zum BBC micro:bit in Erscheinung traten, werden in diesem Kapitel vorgestellt. Darüber hinaus wird ein Vergleich zwischen dem micro:bit und dem Calliope mini gezogen und es werden die jeweiligen Vor- bzw. Nachteile der Geräte gegenübergestellt.

Im Anschluss an die Vorstellung und Gegenüberstellung der Mikrocontroller soll ein Überblick über den Bereich *Educational Robotics* in Österreich – also die Verwendung von Robotik in der Schule – erfolgen. Hier soll analysiert werden, wie der praktische Einsatz im Unterricht erfolgt und welche Vor- und Nachteile insbesondere Platinen mit verschiedenen integrierten Sensoren im Rahmen dieses Unterrichtseinsatzes bieten.

3.1 Was ist ein Mikrocontroller?

Bevor die Ausarbeitung erfolgt, soll allerdings noch kurz der Begriff des Mikrocontrollers erklärt werden: Ein Mikrocontroller ist grundsätzlich ein Chip, der nicht nur den Prozessor, sondern auch andere wichtige Komponenten wie den Arbeitsspeicher beinhaltet und vereint. Auf jedem der Geräte, die untersucht werden, befindet sich ein solcher Mikrocontroller, der für die verschiedensten Aufgaben programmiert werden kann.¹³¹ Die Geräte werden zumeist einfach nur als Mikrocontroller bezeichnet – dies ist aber genau genommen nicht ganz passend. Korrekter wäre es, wenn man Geräte wie den BBC micro:bit als Platinen mit Mikrocontroller, on-board-Sensoren und Ein- und Ausgabeelementen bezeichnen würde.

¹³¹ Vgl. Moritz Stückler (2016): Was ist eigentlich ein Arduino? In: Spiegel Online. URL: <http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/arduino-erklaert-das-kann-der-microcontroller-a-1105328.html> [abgerufen am 12.02.2018]. In der Folge zitiert als: Stückler, Arduino.

Wichtig ist zu erwähnen, dass ein Mikrocontroller kein vollwertiger Computer ist – er verfügt über kein Betriebssystem und muss daher ausgehend von einem Computer mit einem Betriebssystem programmiert werden.¹³²

Hier liegt auch der Unterschied zu z. B. einem Raspberry Pi – der oftmals mit diversen Mikrocontrollern verglichen wird. Ein Raspberry Pi ist ein vollwertiger Einplatinencomputer mit einem eigenen Betriebssystem, auf dem direkt programmiert und gearbeitet werden kann. Ein weiterer zentraler Unterschied ist, dass Mikrocontroller lediglich ein einziges Programm ausführen können, wenn ein neues Programm ausgeführt werden soll, muss zuerst das alte überschrieben werden. Diese Beschränkung fällt bei einem vollwertigen Computer wie dem Raspberry Pi hingegen weg. Dieser kann, wie jeder andere Computer auch, mehrere Programme speichern und bei Bedarf auch parallel ausführen.¹³³

Allerdings bieten auch Mikrocontroller gegenüber einem vollwertigen Einplatinencomputer wie dem Raspberry Pi Vorteile: So sind diese zumeist wesentlich preisgünstiger und insbesondere für (Programmier-)AnfängerInnen einfacher zu bedienen – was wohl auch für den Einsatz im Schulunterricht ein essenzielles Argument ist.¹³⁴

3.2 BBC micro:bit

3.2.1 Technische Spezifikationen

Bevor auf den Werdegang des BBC micro:bit eingegangen wird, sollen zuerst dessen technische Spezifikationen genauer untersucht werden. Ein handelsüblicher micro:bit ist in Abbildung 3 dargestellt:

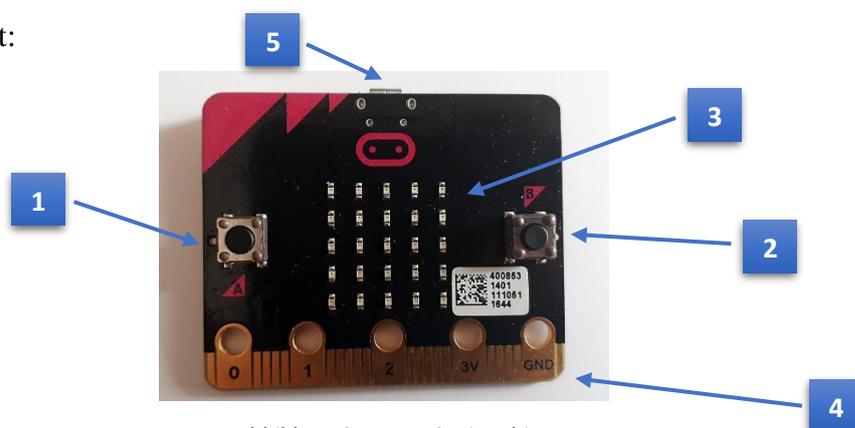


Abbildung 3: Der BBC micro:bit

¹³² Vgl. Stückler, Arduino.

¹³³ Vgl. Christoph Strobel (2016): Arduino vs. Raspberry Pi: Wo liegt der Unterschied? In: techtag. URL: <https://www.techtag.de/it-und-hightech/arduino-vs-raspberry-pi-wo-liegt-der-unterschied/> [abgerufen am 12.02.2018].

¹³⁴ Vgl. ebda.

Wie in Abbildung 3 ersichtlich, verfügt der BBC micro:bit grundsätzlich über die zwei Tasten A (vgl. Markierung 1) und B (vgl. Markierung 2). Daneben befindet sich in der Mitte des Gerätes eine 5x5 LED-Matrix (vgl. Markierung 3), von der jede LED, wenn sie aktiviert wird, rot leuchten kann. Mittels dieser LED-Matrix können verschiedenste Dinge dargestellt werden, wie etwa Symbole, Texte, Zahlen etc.

Dazu lassen sich unten am micro:bit verschiedene Pins (vgl. Markierung 4) vorfinden. Diese können für verschiedenste Einsatzgebiete rund um das Thema Elektrizität verwendet werden – etwa zur Messung der Leitfähigkeit von Materialien oder der Stromversorgung von diversen Gegenständen, wie auch später in den ausgearbeiteten Beispielen noch ersichtlich wird.

Besonders wichtig für die Programmierung und Handhabung des micro:bit sind auch diverse Sensoren, die auf der Platine zu finden sind. Wie auch jedes aktuelle Smartphone verfügt der BBC micro:bit über einen Beschleunigungssensor, um Bewegungen (z. B. Schütteln des Geräts) zu messen. Daneben verfügt der Mikrocontroller auch über einen Sensor zur Lichtstärkemessung und die Funktionalität zur Temperaturmessung, wobei hierbei angemerkt sei, dass der micro:bit über keinen dezidierten Temperatursensor verfügt, sondern die Temperatur über die CPU bestimmt. Neben den Sensoren verfügt das Gerät zur praktikablen Verwendung auch über zwei Möglichkeiten zur Datenübertragung: So können einerseits Daten auf den micro:bit via USB über dessen Schnittstelle übertragen werden (vgl. Markierung 5), andererseits ist auch eine Datenübertragung mittels Bluetooth möglich. Letzteres ist besonders relevant, wenn es darum geht, dass zwei micro:bits miteinander interagieren sollen.¹³⁵

Programmiert werden kann der micro:bit zum einen mittels einer visuellen Entwicklungsumgebung (vgl. Abbildung 4), die vergleichbar mit *Scratch* oder ähnlichen visuellen Programmierungsumgebungen erscheint. Diese basiert beim micro:bit auf der Skriptsprache *JavaScript* und heißt „JavaScript Blockeditor“. Zum anderen kann mit dem micro:bit auch textuell programmiert werden – hierbei wird ein Editor in der Programmiersprache *Python* zur Verfügung gestellt.¹³⁶

¹³⁵ Vgl. zu den genannten technischen Spezifikationen auch:

Micro:bit Educational Foundation: Ausstattung des BBC micro:bit. URL: <http://microbit.org/de/guide/features/> [abgerufen am 12.02.2018].

¹³⁶ Vgl. Micro:bit Educational Foundation: Jetzt wird programmiert. URL: <http://microbit.org/de/code/> [abgerufen am 12.02.2018].

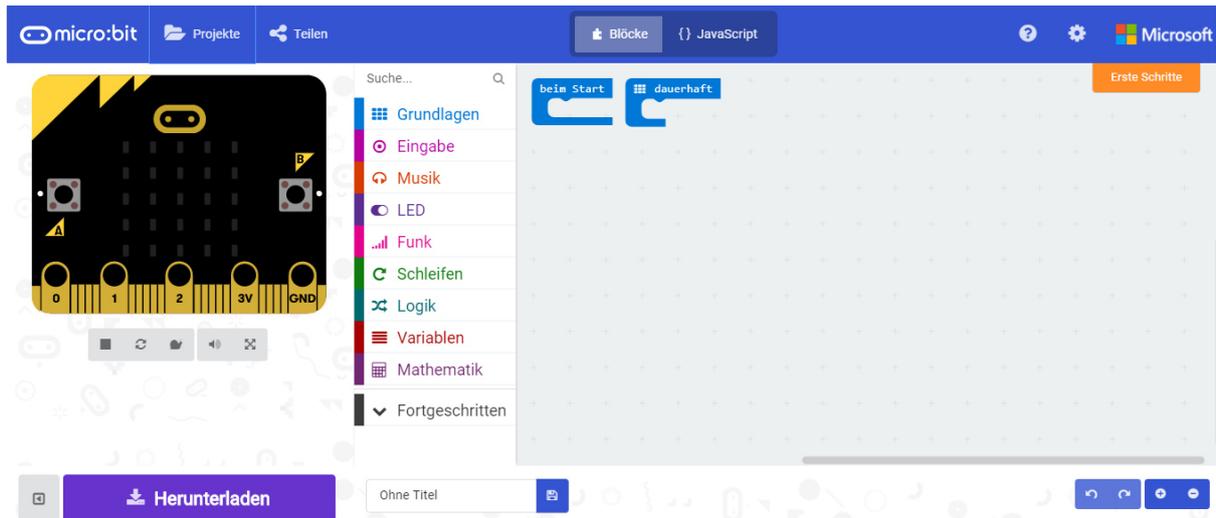


Abbildung 4: Der JavaScript Blockeditor (<https://makecode.microbit.org/>)

3.2.2 Werdegang der Initiative

Die British Broadcasting Corporation (BBC), der Hersteller des micro:bit, hat bereits früh am Technologiemarkt Fuß gefasst. Bereits in den 1980er Jahren wurde der BBC Micro, ein Computer, der mittels der Programmiersprache BASIC programmiert werden konnte, entwickelt und herausgebracht. Damit einhergegangen ist eine informatische Bildungsoffensive, bei der auch begleitende Lehrwerke und -software herausgegeben wurden und ein eigenes Lernnetzwerk für Lehrende und Lernende entwickelt wurde.¹³⁷

Rund dreißig Jahre nach dieser von der BBC initiierten ersten Bewegung mit dem Micro startete das Projekt rund um den BBC micro:bit. Das Ziel war wiederum, wie damals, eine informatische Bildungsoffensive zu initiieren. Aufgrund mehrerer Berichte, die alle darauf hinwiesen, dass es in Großbritannien sowohl zu wenige InformatikstudentInnen, als auch einen eklatanten Qualifikationsmangel bezüglich Informatikkompetenzen im Berufsleben gibt, wurde begonnen, an einer neuen Initiative zu arbeiten. Die Initiative soll dazu dienen, dass wieder vermehrt das Programmieren in den Fokus rückt, ein Bereich, der in der jüngeren Vergangenheit im Schulunterricht stark vernachlässigt wurde. Das Ziel der BBC bei der Erschaffung des micro:bit war also, eine neue Generation von SchülerInnen dazu zu bewegen, nicht nur KonsumentInnen der IT-Gesellschaft zu sein, sondern auch aktiv schöpferisch an dieser teilzunehmen.¹³⁸ Es wurde sehr schnell erkannt, dass es dazu ein einfach zugängliches und vor allem auch günstiges

¹³⁷ Vgl. Yvonne Rogers [u.a.] (2017): From the BBC Micro to micro:bit and Beyond: A British Innovation. In: ACM Interactions. Vol. 24. H. 2. S. 74. Online abrufbar unter: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3029601> [abgerufen am 12.02.2018]. In der Folge zitiert als Rogers [u.a.], micro:bit.

¹³⁸ Vgl. ebda.

Gerät benötigt, das für alle erschwinglich ist. Dazu soll insbesondere der Spaß am Programmieren im Vordergrund stehen.¹³⁹

Das University College in London – kurz UCL – wagte zu dieser Zeit eigene Vorstöße, ein solches Gerät zu entwickeln, Resultate waren etwa der Engduino und der MakeMe Cube. Letzterer entstand bereits in Kollaboration mit der BBC und wurde in zahlreichen Workshops praktisch bei 6 bis 16-Jährigen erprobt; das Feedback war dabei extrem positiv. Der MakeMe Cube war schlussendlich Anstoß für BBC, ihren eigenen Mikrocontroller zu entwickeln, den BBC micro:bit.¹⁴⁰ Die Initiative von BBC wurde dann 2015 mit dem Ziel gestartet, das Programmieren und das kreative Gestalten im Kontext der Informatik zu fördern. Dazu wurde der Plan geschaffen, eine Million Geräte an alle 11- bis 12-Jährigen SchülerInnen Großbritanniens zu verteilen. Um dies bewerkstelligen zu können, gab es diverse UnterstützerInnen und Kooperationen. Anfang 2015 gab es bereits 29 Partnerfirmen, die die Herstellung und anschließende Überarbeitung bzw. Weiterentwicklung des micro:bit unterstützten. Schlussendlich wurden im Frühsommer 2016 die micro:bit an den Schulen Großbritanniens verteilt. Ende 2016 wurde dann sogar eine eigene Organisation gegründet, die Microbit Educational Foundation, die das Ziel verfolgt, den micro:bit nicht nur in Großbritannien, sondern auch im Rest von Europa und in der restlichen Welt zugänglich zu machen.¹⁴¹

3.3 Andere Mikrocontroller im Überblick

3.3.3 Calliope mini

Der wohl relevanteste Konkurrent des BBC micro:bit im deutschsprachigen Raum im Bereich der Mikrocontroller für den Einsatz im Schulunterricht ist der Calliope mini. Ein handelsübliches Gerät wird in Abbildung 5 dargestellt:

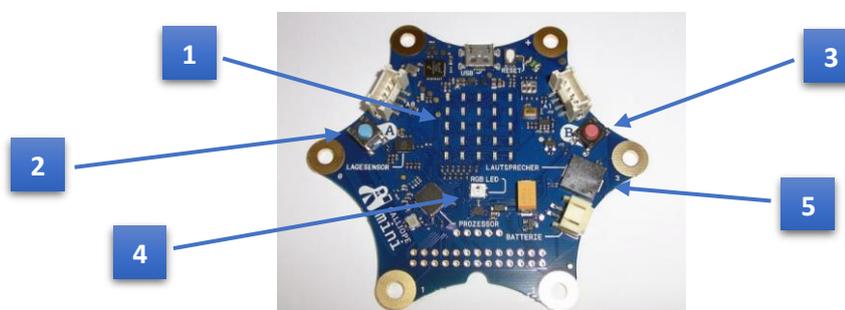


Abbildung 5: Calliope mini¹⁴²

¹³⁹ Vgl. Rogers [u.a.], micro:bit, S. 74.

¹⁴⁰ Vgl. ebda, S. 74-76.

¹⁴¹ Vgl. ebda, S. 76f.

¹⁴² Abbildung entnommen aus: pixabay.com, URL: <https://pixabay.com/de/it-technik-education-platine-2405954/> [abgerufen am 23.04.2018], CC0-Lizenz.

Wie man in Abbildung 5 erkennen kann, ist der Calliope mini ähnlich ausgestattet wie der micro:bit, dieser verfügt allerdings über einige zusätzliche Funktionalitäten. So besitzt auch der Calliope mini über eine 5x5 LED-Matrix (vgl. Markierung 1) die zur Darstellung unterschiedlichster Sachverhalte genutzt werden kann. Zur Eingabe verfügt er ebenso über zwei Knöpfe (vgl. Markierung 2 und 3) und daneben finden sich auch zahlreiche Sensoren wie der Beschleunigungssensor für Bewegungen oder der Temperatursensor. Abweichend vom BBC micro:bit sind allerdings seine RGB-LED (vgl. Markierung 4) und der Lautsprecher (vgl. Markierung 5), die der Calliope mini zusätzlich hat. Besonders der Lautsprecher eröffnet dabei eine Vielzahl von neuen Möglichkeiten für den Schulunterricht.¹⁴³

Programmiert werden kann der Calliope mini ähnlich wie der BBC micro:bit auch über eine graphische Oberfläche, „Open Roberta Lab“, genannt. Hierbei erfolgt die Programmierung über die Anordnung von diversen Anweisungsblöcken. Neben dem „Open Roberta Lab“ steht auch der „JavaScript Blockeditor“, der auch zur Programmierung des BBC micro:bit verwendet wird, zur Verfügung. Damit können beide Geräte mit derselben Entwicklungsumgebung programmiert werden. Abschließend ist auch eine textuelle Programmierung des Mikrocontrollers möglich – hierbei kann die Skriptsprache JavaScript verwendet werden.¹⁴⁴

Der Calliope mini ist seit April 2017 erhältlich – der Preis beläuft sich dabei auf rund 35 Euro pro Stück. Entwickelt wurde das Gerät von der Calliope gGmbH, einer gemeinnützigen Organisation, mit dem Ziel, allen SchülerInnen der dritten Schulstufe in Deutschland kostenlos ein Gerät zu Verfügung zu stellen. Der Hintergedanke ist, wie beim micro:bit auch, bereits in frühem Alter Programmierkenntnisse zu entwickeln und die informatische Bildung zu fördern.¹⁴⁵

Allerdings gab es bei diesem Vorhaben, alle 3. Schulstufen deutschlandweit mit einem Calliope mini zu versorgen, auch finanzielle Hürden – so gab es unter anderem eine Crowdfunding-Kampagne und es ist momentan noch keineswegs sicher, ob schlussendlich alle Schulen deutschlandweit kostenlos mit den Geräten versorgt werden können.¹⁴⁶ Momentan ist der Calliope mini in der Pilotphase in einigen Schulen im Einsatz – kritische Stimmen merken hierbei allerdings auch bereits an, dass es trotz der einfachen Handhabbarkeit des Geräts wohl künftig

¹⁴³ Vgl. zu der beschriebenen Ausstattung auch: Birgit Frost; Annie Berend (2018): Calliope mini: Mikrocontroller für den Schulunterricht. In: Bundeszentrale für politische Bildung. URL: <https://www.bpb.de/lernen/digitalbildung/werkstatt/248122/calliope-mini-mikrocontroller-fuer-den-schulunterricht> [abgerufen am 13.02.2018]. In der Folge zitiert als Frost/Berend, Calliope.

¹⁴⁴ Vgl. Calliope gGmbH: Programmierumgebungen. URL: <https://www.calliope.cc/los-geht-s/editor> [abgerufen am 13.02.2018].

¹⁴⁵ Vgl. Frost/Berend, Calliope.

¹⁴⁶ Vgl. ebda.

LehrerInnenschulungen in diesem Bereich bedarf, um den Lehrpersonen auch die Einsatzmöglichkeiten des Calliope mini für ihren Unterricht aufzuzeigen und so eventuelle Hemmschwellen abbauen zu können.¹⁴⁷ Dennoch kann festgehalten werden, dass der Calliope mini aktuell in den Schulen im Vormarsch ist – so wurde inzwischen mit dem Saarland das erste Bundesland in Deutschland flächendeckend mit dem Gerät versorgt.¹⁴⁸ Allerdings sei hierbei abschließend kritisch angemerkt, dass das Saarland ein sehr kleines Bundesland ist. Dies ist daher wohl nur als erster kleiner Schritt zur vollständigen Versorgung von Deutschlands Schulen mit dem Calliope mini zu betrachten, weshalb es gilt, die weitere Entwicklung der Initiative zu beobachten.

3.3.4 OXOcard

Auch aus der Schweiz lässt sich eine Initiative zur Förderung der Programmierfähigkeiten bei SchülerInnen finden: die OXOcard (siehe Abbildung 6). Die OXOcard baut dabei auf den Mikrocontroller Arduino auf und benutzt auch dessen Programmierumgebung zur Erstellung von Programmen. Wie bereits der Name verrät, besteht dabei die Hülle der OXOcard aus Karton – auch ist diese im Vergleich zu den anderen Mikrocontrollern wesentlich größer. Die Ausstattung ist ähnlich zu den vergleichbaren Geräten – allerdings verfügt die OXOcard über mehr Tasten und über eine größere LED-Matrix (8x8).¹⁴⁹



Abbildung 6: OXOcard¹⁵⁰

Wie etwa von der Autorin des Artikels allerdings angemerkt wird, ist die große Größe der OXOcard auch gleichzeitig ein Manko – so sei die OXOcard deshalb etwas unhandlich und die Tasten seien mitunter schwer zu erreichen.¹⁵¹

3.3.5 CodeBug

Der letzte Mikrocontroller, der noch kurz erwähnt werden soll, da er als Inspiration bzw. Vorläufer des BBC micro:bit gilt, ist der CodeBug. Ein handelsübliches Gerät ist in Abbildung 7 zu sehen:

¹⁴⁷ Vgl. Frost/Berend, Calliope.

¹⁴⁸ Vgl. Calliope gGmbH: Übersicht der Calliope-mini-Pilotschulen. URL: <https://calliope.cc/schulen/pilotphase> [abgerufen am 18.04.2018].

¹⁴⁹ Vgl. Luisa Pätzold (2017): Ausprobiert: Arduino-Lernplattform OXOcard mit Papphülle. In: heise online. URL: <https://www.heise.de/make/meldung/Ausprobiert-Arduino-Lernplattform-OXOcard-mit-Papphuelle-3770260.html> [abgerufen am 13.02.2018]. In der Folge zitiert als Pätzold, OXOcard.

¹⁵⁰ Abbildung entnommen aus: Pätzold, OXOcard.

¹⁵¹ Vgl. ebda.



Abbildung 7: CodeBug¹⁵²

Der CodeBug stammt aus Großbritannien und wurde 2015 als Crowdfunding-Kampagne mittels des Portals Kickstarter ins Leben gerufen. Er verfolgt wie die anderen vorgestellten Geräte das Ziel, einen einfachen ProgrammierEinstieg zu ermöglichen. Wie ersichtlich ist, verfügt auch der CodeBug über eine LED-Matrix in der Größe 5x5 und über zwei Tasten, die die Bedienung ermöglichen. Daneben verfügt auch der CodeBug über Möglichkeiten, mit Elektrizität zu hantieren: Es werden sechs Pins zur Verfügung gestellt. Die Programmierung des CodeBug erfolgt über eine eigene graphische Programmieroberfläche, dem „Blocky-Editor“.¹⁵³

Allerdings verfügt der CodeBug im Gegensatz etwa zum Calliope Mini oder dem BBC micro:bit über keinerlei zusätzliche Sensoren, wie etwa einem Beschleunigungssensor zur Erkennung von Bewegungen.¹⁵⁴ Der CodeBug kann daher wohl durchaus als etwas limitierter Vorläufer zu diesen Geräten betrachtet werden.

3.4 Vergleich zwischen BBC micro:bit und Calliope mini

Nach der Vorstellung einiger verschiedener Mikrocontroller, die für den Bildungsbereich in Frage kommen, soll nun ein kurzer Vergleich zwischen den für den österreichischen Informatikunterricht wohl relevantesten Geräten erfolgen: dem BBC micro:bit einerseits und dem Calliope mini andererseits.

Aus technischer Hinsicht sind beide Geräte – wie bereits in der Vorstellung angemerkt wurde – sehr ähnlich, der Calliope mini verfügt allerdings über eine etwas größere Funktionalität. Hierbei ist besonders der vorhandene Lautsprecher des Calliope mini anzumerken, der beim micro:bit fehlt. Um mit dem micro:bit Töne wiederzugeben, benötigt es zusätzliches

¹⁵² Abbildung entnommen aus: Alexander Merz (2015): Bug mit Feature. CodeBug angetestet. In: Golem. IT-News für Profis. URL: <https://www.golem.de/news/codebug-angetestet-bug-mit-feature-1511-117373.html> [abgerufen am 13.02.2018]. In der Folge zitiert als Merz, CodeBug.

¹⁵³ Vgl. Merz, CodeBug.

¹⁵⁴ Vgl. ebda.

Equipment, z. B. Kopfhörer, die mittels Krokodilklemmen an die Pins des micro:bit angeschlossen werden können. Daneben verfügt der Calliope mini aus technischer Hinsicht über einen dezidierten Temperatursensor, währenddessen der micro:bit die Temperatur nur mittels seiner CPU bestimmt, was ungenauere Ergebnisse zur Folge hat. Darüber hinaus verfügt der Calliope mini gegenüber dem BBC micro:bit noch zusätzlich über eine RGB-LED, die für die Programmierung genutzt werden kann.¹⁵⁵

Was beide Mikrocontroller verbindet, ist ihre Zugänglichkeit und ihre Einsteigerfreundlichkeit – so können beide anhand ihrer Editoren einfach mittels einer graphischen Oberfläche programmiert werden. Für beide Mikrocontroller ist der Anwendungsbereich sehr umfangreich, weshalb auf den Websites der beiden Mikrocontroller bereits eine große Palette an vorhandenen Beispielen, die verwendet und erweitert werden können, zu finden ist. Bezüglich der Lehr- und Lernmaterialien zeigt sich allerdings ein Unterschied in der verwendeten Sprache – während beim BBC micro:bit hauptsächlich englischsprachige Materialien zur Verfügung stehen, lassen sich zum Calliope mini fast ausschließlich deutschsprachige Materialien finden.¹⁵⁶

In Bezug auf die Anwendung im Schulbereich sind wohl beide Geräte geeignet – allerdings ist die Wahl des Geräts wohl auch eine Kostenfrage: Während der Calliope mini – wie zuvor erwähnt wurde – rund 35 Euro pro Stück kostet, ist der BBC micro:bit bereits um rund 16 Euro zu erwerben. Gerade für den oft finanziell schwach aufgestellten Bildungsbereich ist dies bei der Wahl des Mikrocontrollers für den Einsatz in der Schule sicherlich kein zu vernachlässigender Fakt. Schlussendlich kann konstatiert werden, dass beide Geräte das Ziel verfolgen, SchülerInnen in bereits frühem Alter den Einstieg ins Programmieren zu ermöglichen und daher beide im schulischen Kontext ihre Berechtigung haben.¹⁵⁷

3.5 Educational Robotics in Österreich

Abschließend soll im Rahmen dieses theoretischen Teils noch kurz der Bereich der Educational Robotics, also der Einsatz von Robotik im Unterricht, in Österreich beleuchtet werden. Es soll dabei auch erläutert werden, welche Rolle die Mikrocontroller in diesem Zusammenhang spielen und in welcher Alters- bzw. Schulstufe diese vorwiegend eingesetzt werden.

¹⁵⁵ Vgl. für Informationen zu den Daten der beiden Geräte die Websites der beiden Mikrocontroller: www.microbit.org bzw. www.calliope.cc. [jeweils abgerufen am 13.02.2018]

¹⁵⁶ Vgl. ebda.

¹⁵⁷ Vgl. ebda.

Grundsätzlich sei gesagt, dass sich Robotik – in welcher Form auch immer – als Gegenstand im Informatikunterricht sehr gut eignet, um das entdeckende Lernen zu fördern. Die Förderung des Entdeckergeistes der SchülerInnen ist nicht nur für die Informatik relevant, sondern auch für alle anderen Schul- und Alltagsbereiche.¹⁵⁸

Martin Neppel führt in seiner Diplomarbeit an, dass durch den Einsatz von Robotik im Unterricht generell eine Interessensteigerung an der Informatik bzw. dem gesamten MINT-Bereich erfolgen kann. Dies sei besonders wichtig, um SchülerInnen für eine weiterführende Bildung (Studium etc.) im Informatikbereich zu begeistern. Daneben führt Neppel auch an, dass durch Robotik auch das Interesse der Mädchen am Informatikunterricht steigen kann, da es hier oftmals einen Gender-Gap bezüglich des Interesses gibt.¹⁵⁹ Dies kann allerdings als umstritten betrachtet werden – dem entgegen steht etwa eine Erhebung von Bettina Höllerbauer in ihrer Diplomarbeit. Ihre empirischen Untersuchungen ergaben, dass es auch beim Einsatz von Robotik durchaus geschlechterspezifische Unterschiede gibt und dass die Mädchen gegenüber Robotern oft gemischte Gefühle zeigen.¹⁶⁰ Es kann also schlussgefolgert werden, dass der Einsatz von Robotik keineswegs automatisch in einem gesteigerten Interesse der Mädchen am Informatikunterricht resultiert.

Generell dient allerdings der Einsatz von Robotik im Unterricht aber nicht nur zur Steigerung von Interesse, sondern auch zur einfacheren Vermittlung von Unterrichtsinhalten, etwa durch einen gesteigerten Praxisbezug und die Möglichkeit des Einsatzes in projektartigen Unterrichtsformen.¹⁶¹

Wie Neppel allerdings in seiner Diplomarbeit erhoben hat, verwenden noch wenige Schulen (Stand 2014) aktiv Robotik im Schulunterricht: So wurden 100 österreichische Schulen (AHS, BHS und NMS) befragt und das Ergebnis zeigt, dass nur 26 Prozent dieser Schulen tatsächlich Robotik in ihrem regulären Unterricht einsetzen. Weitere sieben Prozent gaben allerdings an, zumindest im Rahmen eines Wahlfaches den Einsatz von Robotik zu ermöglichen.¹⁶²

¹⁵⁸ Vgl. Martin Neppel (2014): Robotereinsatz im Schulunterricht. Graz, Dipl.-Arb. S. 14. In der Folge zitiert als Neppel, Robotereinsatz.

¹⁵⁹ Vgl. ebda, S. 14f.

¹⁶⁰ Vgl. Bettina Höllerbauer (2017): Schülerinnen und Schüler hacken. Der Einsatz von Pocket Code in einem offenen Unterrichtskonzept. Hrsg. von Martin Ebner und Sandra Schön. Bad Reichenhall: BIMS e.V. (= Beiträge zu offenen Bildungsressourcen. 14.) S. 160f.

¹⁶¹ Vgl. Neppel, Robotereinsatz, S. 15-17.

¹⁶² Vgl. ebda, S. 6.

Die Erhebung der verschiedenen Schultypen gab des Weiteren an, dass Robotik im Unterricht insbesondere in der Sekundarstufe II, und hier vor allem im BHS-Bereich, verwendet wird. Weit abgeschlagen war im Zuge dessen die NMS, wo weniger als zehn Prozent der Schulen Robotik im Unterricht einsetzen. Unabhängig von der Schulform war das meistverwendete Modell zumeist der LEGO-Mindstorms-Roboter.¹⁶³

Bezüglich der Gründe, warum der Einsatz von Robotik in der Schule nicht stattfindet, wurde im Rahmen dieser Erhebung von einem Drittel der Schulen die mangelnde Finanzierung genannt. Ein weiteres Drittel nannte als Grund die fehlenden Kompetenzen und das mangelnde Interesse der Lehrpersonen.¹⁶⁴

Nun kann aufgrund fehlender aktueller empirischer Erhebungen in Österreich nur gemutmaßt werden, wie sich die Situation in den letzten drei bis vier Jahren entwickelt hat. Tendenziell ist allerdings davon auszugehen, dass die Situation etwas verbessert wurde, da es Vorstöße wie den BBC micro:bit oder den Calliope mini zum Zeitpunkt der Erhebung von Neppel noch nicht gab.

Wie allerdings in der Erhebung ersichtlich wurde, besteht besonders in der Sekundarstufe I (und ggf. darunter) enormes Potential und wohl auch großer Aufholbedarf für den Einsatz von Robotik im Schulunterricht – weshalb die BBC bzw. die Calliope Initiative auch als Ziel ausgegeben haben, ihre Geräte bereits ab der dritten Schulstufe zur Verfügung zu stellen.¹⁶⁵

Gegenüber Geräten wie dem Lego-Mindstorms-Roboter bieten Mikrocontroller vor allem Vorteile im Schuleinsatz in Punkto Finanzierung – ein Drittel der Schulen gaben in der Erhebung an, dass zu wenige Geldmittel für Robotik vorhanden seien¹⁶⁶, weshalb die wesentlich günstigeren Mikrocontroller gegenüber z. B. einem LEGO-Mindstorms-Roboter, der über 300 Euro pro Gerät zu Buche schlägt¹⁶⁷, einen wesentlichen Vorteil in der Erschwinglichkeit besitzen. Des Weiteren ist sicherlich auch die einfache Handhabung und die Einsteigerfreundlichkeit der Mikrocontroller gegenüber herkömmlichen Robotern hervorzuheben, insbesondere auch bedingt durch das Vorhandensein von einfach zu bedienenden graphischen Entwicklungsumge-

¹⁶³ Vgl. Neppel, Robotereinsatz, S. 8.

¹⁶⁴ Vgl. ebda, S. 9.

¹⁶⁵ Vgl. für nähere Informationen die Websites der beiden Geräte: www.microbit.org bzw. www.calliope.cc [jeweils abgerufen am 14.02.2018].

¹⁶⁶ Vgl. Neppel, Robotereinsatz, S. 9.

¹⁶⁷ Vgl. ebda, S. 56.

bungen. Die Experimentierfreudigkeit wird bei Mikrocontrollern gegenüber normalen Robotern kaum eingeschränkt, weshalb diese wohl aufgrund ihrer zahlreichen Vorteile ideal für den breiten Einsatz in den Schulen geeignet sind.

4 Entwicklung von fächerintegrativen Unterrichtsbeispielen für den BBC micro:bit

Im folgenden Kapitel werden nun drei ausgewählte Unterrichtsbeispiele präsentiert, die für den fächerintegrativen Unterricht mit dem BBC micro:bit konzipiert wurden. Es wurden dabei im Rahmen dieser Diplomarbeit insgesamt acht Beispiele für sechs verschiedene Fächer erstellt. Die Beispiele erscheinen möglicherweise zu einem späteren Zeitpunkt auch in einem österreichischen Schulbuch für den Informatikunterricht. Die drei daraus ausgewählten Beispiele, die näher vorgestellt werden sollen, betreffen die Fächer Physik, Deutsch und Musik. Bei allen Beispielen steht dabei der fächerintegrative Aspekt besonders im Fokus. Die Lehr- und Lernziele werden für beide Fächer vorgegeben, die durch das jeweilige Beispiel erreicht werden sollen.

Der Aufbau des Kapitels wird dabei dem Schema folgen, dass zuerst die Forschungsfragen, die zu diesen Beispielen entwickelt wurden, erläutert und diskutiert werden. Anschließend sollen die drei Beispiele einzeln genau vorgestellt werden. Zuerst werden Intention und Aufbau der Unterrichtsbeispiele erläutert, da alle drei Beispiele grundlegend die gleiche Struktur aufweisen. Im Anschluss daran werden die Lehr- und Lernziele für jedes Fach definiert und es wird erläutert, wie diese erreicht werden können. Abschließend folgt eine kurze Vorstellung eines jeden Beispiels und die didaktischen Aspekte und Hintergründe werden erläutert. Die eigentliche Ausarbeitung der Beispiele mit den benötigten Arbeitsblättern befindet sich im Anhang dieser Diplomarbeit.

4.1 Forschungsfragen

Die Unterrichtsbeispiele, welche im Rahmen des Diplomprojekts konzipiert und ausgearbeitet wurden, erproben mithilfe des BBC micro:bit ein neues, fächerintegratives Unterrichtssetting, welches in dieser Form in der Praxis noch nicht eingesetzt wurde. Die erste zentrale Forschungsfrage, die sich hierbei stellt, lautet daher: ‚Sind die konzipierten Beispiele praktisch umsetzbar?‘.

Im Rahmen eines Praxiseinsatzes in einer Klasse der Sekundarstufe I soll getestet werden, ob die ausgearbeitete Unterrichtsplanung im Regelunterricht grundsätzlich durchführbar ist. Da es noch keine vergleichbaren empirischen Studien mit dem BBC micro:bit und solchen Unterrichtskonzepten gibt, muss dies im Rahmen des praktischen Schuleinsatzes evaluiert werden.

Es wird dabei der Fokus bei der Umsetzung der Unterrichtseinheit besonders darauf gelegt, dass die SchülerInnen selbstständig arbeiten können und die Lehrperson nur als unterstützende Kraft dienen soll.

Neben der grundsätzlichen Durchführbarkeit sollen auch noch andere Aspekte in die Betrachtung dieser Forschungsfrage miteinfließen. So soll untersucht werden, ob die Beispiele nicht nur praktikabel sind, sondern auch vom Schwierigkeitsgrad her angemessen für die Sekundarstufe I bzw. die konzipierten Schulstufen sind. Dies kann neben Beobachtungen auch insbesondere mithilfe eines Fragebogens realisiert werden, der von den SchülerInnen zum Abschluss der Unterrichtseinheit ausgefüllt werden soll.

Abseits vom Schwierigkeitsgrad soll im Besonderen überprüft werden, ob durch die Unterrichtseinheit auch die konzipierten Lehr- und Lernziele, die für die jeweilige Einheit aufgestellt wurden, erreicht werden. Hierbei soll, da es sich um fächerintegrativen Unterricht handelt, besonders darauf geachtet werden, ob nicht nur die Lehr- und Lernziele des Informatikunterrichts, sondern insbesondere auch jene des anderen Fachs, dessen Inhalte integriert werden, abgedeckt werden.

Neben den Lehr- und Lernzielen steht auch die Betrachtung des Genderaspekts bei der Evaluation der Forschungsfrage im Fokus: Da durch den Einsatz des micro:bit und der fächerintegrativen Beispiele beide Geschlechtergruppen gleichermaßen angesprochen werden sollen, soll diesem Aspekt in der Analyse und Evaluation ebenfalls besonderes Augenmerk zuteilwerden. In der Vergangenheit war es im Rahmen des Informatikunterrichts oft ein Problem, dass Mädchen an einigen Inhalten tendenziell weniger Interesse als Jungen zeigten, weshalb insbesondere auch ein Ansprechen der Schülerinnen im Fokus der Unterrichtsbeispiele liegt und daher im Rahmen der Auswertung genau betrachtet werden soll.

Die zweite zentrale Forschungsfrage, die im Rahmen dieser Unterrichtsbeispiele beantwortet werden soll, ist: ‚Funktioniert der fächerintegrative Ansatz?‘. Es soll dabei grundsätzlich beantwortet werden, welchen Anteil in diesem Unterricht der Informatikteil einnimmt und welchen Anteil der Teil des anderen Unterrichtsfachs, das integriert wird. Oftmals wird einem fächerintegrativen Unterricht vorgeworfen, dass ein Fach sehr dominant ist, während der Anteil des anderen Fachs im Vergleich zu gering erscheint – im Rahmen dieser Untersuchung soll daher insbesondere das jeweils andere Fach betrachtet werden, das in den Informatikunterricht integriert wird.

Es soll dabei mittels einem Pre- und einem Post-Test abgefragt werden, welche Kenntnisse im jeweils anderen Fach (z. B. Physik) bereits vor dieser Unterrichtseinheit vorhanden waren und ob die geforderten Kenntnisse, die im Rahmen der Lehr- und Lernziele definiert wurden, durch die Unterrichtseinheit schlussendlich aufgebaut werden konnten.

Bei der Untersuchung der Forschungsfragen soll auch die Perspektive der beobachtenden Lehrperson miteinbezogen werden, da es sich hierbei um einen sehr erfahrenen Informatiklehrer handelt. Mithilfe dessen sollen auch eine Expertenmeinung zu der generellen Einsetzbarkeit der Unterrichtsbeispiele eingeholt werden und mögliche Problemfelder, die seiner Ansicht nach beim Einsatz der Beispiele bzw. innerhalb eines fächerintegrativen Unterrichtssettings auftreten können, sollen diskutiert werden.

4.2 Intention der Beispiele

Im Hinblick auf die *Digitalen Grundbildung*, die, wie bereits diskutiert wurde (vgl. Abschnitt 2.1.2), ab dem Schuljahr 2018/19 verpflichtend von allen Schulen in der Sekundarstufe I umgesetzt werden muss, wird vom Ministerium erwähnt, dass eine „integrative Umsetzung möglich [ist], d. h. die Einbettung der Inhalte der Verbindlichen Übung in regulär stattfindende Unterrichtsgegenstände“¹⁶⁸ vollzogen werden kann. Wie bereits im Rahmen dieser Diplomarbeit erläutert wurde, ist eine fächerintegrative Umsetzung der *Digitalen Grundbildung* aufgrund Ressourcenmangels in den Schulen wahrscheinlicher als eine Umsetzung in einem eigenen Unterrichtsgegenstand. Daher wurden die Beispiele dieser Diplomarbeit stark in Hinblick auf die *Digitale Grundbildung* erstellt und sind daher alle für die Sekundarstufe I konzipiert.

Wie bereits erwähnt wurde, stand damit insbesondere der fächerintegrative Ansatz bei der Konzeption der Beispiele im Vordergrund. Es wurde dabei eine Art des Unterrichts konzipiert, den etwa Astrid Beckmann (vgl. Abschnitt 2.2.2. dieser Arbeit) als „planungsbezogene Parallelarbeit“¹⁶⁹ bezeichnet. Bei den erstellten Beispielen planen und unterrichten die KollegInnen der betroffenen Fächer im Idealfall die Einheit(en) gemeinsam. Die zeitlichen Einheiten der beteiligten Unterrichtsgegenstände bleiben dabei allerdings in der Regel erhalten und werden nicht zwingend reorganisiert.

¹⁶⁸ BMBWF, Informationsschreiben an AHS-DirektorInnen, S. 2.

¹⁶⁹ Beckmann, fächerübergreifender Mathematikunterricht, S. 10.

Es wurden insgesamt acht Beispiele entwickelt, die für den Einsatz in sechs verschiedenen Fächern verwendet werden können. Es wurde dabei besonders darauf geachtet, dass möglichst viele Unterrichtsgegenstände berücksichtigt und abgedeckt werden. So wurden Beispiele für den Physik-, den Musik-, den Mathematik-, den Sport-, den Geographie- und den Sprachenunterricht (grundsätzlich für das Fach Deutsch, aber bei entsprechender Adaption für alle Sprachen verwendbar) erstellt. Als Basis diente demnach jeweils ein anderes Fach und auf Grundlage dessen wurden Unterrichtseinheiten erstellt, welche informatische Kompetenzen adressieren, die in der *Digitalen Grundbildung* behandelt werden sollen.

Es steht dabei allerdings besonders im Fokus, dass in beiden Fächern ein Kompetenzerwerb erfolgt und grundsätzlich das eigentliche Fach, in dem der fächerintegrierte Unterricht erfolgt, überwiegen sollte. Dazu wurden verschiedene Lehr- und Lernziele definiert, wie auch später bei den einzelnen Beispielen nachvollzogen werden kann.

Prinzipiell wurden Beispiele bzw. das Material so konzipiert, dass es sich dabei um Material für Lehrende handelt. Diese erhalten – wie auch im folgenden Kapitel noch erläutert wird – neben einer generellen Ablaufbeschreibung auch eine Musterlösung des Beispiels, wenn es Probleme bei der Umsetzung geben sollte. Grundsätzlich ist das Material allerdings so konzipiert, dass die SchülerInnen nur ein Arbeitsblatt erhalten sollen, wo sie alle notwendigen Arbeitsschritte vorfinden, die zur Erstellung des Programms mit dem BBC micro:bit und der weiterführenden Arbeit damit notwendig sind.

Wie in den Lehrplänen der AHS bzw. NMS erwähnt wird, eignet sich fächerübergreifender Unterricht besonders dazu, um „sich Wissen in größeren Zusammenhängen [...] selbstständig anzueignen“^{170, 171}. Daher wurde bei der Konzeption der Beispiele sehr stark auf die selbstständige Arbeit der SchülerInnen wertgelegt: So ist es angedacht, dass die SchülerInnen die Beispiele weitestgehend selbstständig bearbeiten und die Programme selbstständig erstellen. Die Lehrkraft sollte dabei lediglich als unterstützende Instanz und zur Leistung von Hilfestellungen dienen. Des Weiteren sollte sie dabei helfen, den Ablauf der Unterrichtseinheit zu steuern und zu strukturieren, indem z. B. kurze Anweisungen und Erklärungen (für die gesamte Klasse) gegeben werden.

Die Beispiele sind dabei so konzipiert, dass zuerst ein Programmiererteil stattfindet, bei dem die SchülerInnen das geforderte Programm mittels dem *JavaScript Blockeditor* des BBC micro:bit

¹⁷⁰ BMBWF, AHS-Lehrplan.

¹⁷¹ BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 16.

erstellen sollen. Das erstellte Programm wird im Anschluss auf den micro:bit übertragen. Dies ist der Informatikteil des fächerintegrativen Unterrichts. Es folgt darauf ein weiteres Arbeitsblatt, bei dem das erstellte Programm eingesetzt werden soll. Das Arbeitsblatt behandelt dabei stets Aufgabenstellungen zum jeweils anderen Fach, das im jeweiligen Beispiel mitbehandelt wird. Es sollen also mittels dem micro:bit verschiedenste Problemstellungen des jeweils anderen Fachs behandelt werden (z. B. Messung der elektrischen Leitfähigkeit von Gegenständen im Physikunterricht). Dies stellt den Anteil des anderen Fachs am fächerintegrativen Unterricht dar.

Zusammenfassend kann also bezüglich der Intention der Beispiele gesagt werden, dass ein offenes Unterrichtssetting, bei dem die SchülerInnen selbstständig arbeiten können, angedacht wurde. Die Lehrkraft sollte dabei zu jeder Zeit beobachten und unterstützen, allerdings die SchülerInnen eigenständig arbeiten lassen. Das Ziel der Beispiele ist, einen fächerintegrativen Unterricht zu realisieren, bei dem Lehr- und Lernziele aus beiden Fächern abgedeckt werden. Dabei soll insbesondere darauf geachtet werden, dass nicht nur Informatikkompetenzen, sondern auch die Kompetenzen des jeweils anderen Fachs aufgebaut werden, denn nur so könnten auch Lehrkräfte, die einem fächerintegrativen Unterricht aufgrund der Gefahr der Vernachlässigung des eigenen Fachs skeptisch entgegenblicken, von dessen Sinnhaftigkeit überzeugt werden.

4.3 Aufbau der Beispiele

Im folgenden Teil soll der Aufbau der Beispiele, der für alle Unterrichtseinheiten gleich ist, skizziert werden und die einzelnen Teilbereiche und deren Zweck soll vorgestellt werden. Wie bereits im vorangegangenen Kapitel erwähnt wurde, handelt es sich bei den Beispielen in erster Linie um eine Anleitung für LehrerInnen – dies gilt es bei der Betrachtung zu berücksichtigen.

Beim Aufbau der Unterrichtseinheiten wurde die Struktur der Beispiele aus dem Buch „Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten“¹⁷², herausgegeben von Sandra Schön, Martin Ebner und Kristin Narr herangezogen¹⁷³ und für die erstellten Unterrichtsbeispiele für den BBC micro:bit dementsprechend adaptiert. Der

¹⁷² Sandra Schön, Martin Ebner und Kristin Narr (2016) (Hrsg.): Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten. Online abrufbar unter: http://www.bimsev.de/n/userfiles/downloads/making_handbuch_online_final.pdf [abgerufen am 22.02.2018]. Veröffentlicht unter der Lizenz: CC-BY 3.0 Deutschland. In der Folge zitiert als Schön/Ebner/Narr, Making-Aktivitäten.

¹⁷³ Die angesprochenen Beispiele aus dem Buch können auch im Medienpädagogik Praxis-Blog (URL: <https://www.medienpaedagogik-praxis.de/handbuch/> [abgerufen am 22.02.2018]) abgerufen werden.

finale Aufbau der Unterrichtsbeispiele, der in Anlehnung an Schön/Ebner/Narr gestaltet wurde, sieht dabei wie folgt aus:

Zu Beginn jeder Unterrichtseinheit findet sich eine Infobox, die die Eckdaten des jeweiligen Beispiels vorstellt. Diese Infobox beinhaltet dabei folgende Aspekte¹⁷⁴:

- Ziel des Unterrichtsbeispiels
- Benötigte Ressourcen
- Schulstufe
- Kontext des Unterrichtsbeispiels
- Zeitrahmen

Die einzelnen Elemente dieser Infobox seien dabei kurz erklärt. Unter *Ziel des Unterrichtsbeispiels* soll in aller Kürze das allgemeine (fächerintegrative) Ziel der Unterrichtseinheit skizziert werden. Es wird hierbei kurz beschrieben, welches Programm erstellt wird und wofür dieses in weiterer Folge eingesetzt werden soll. Dabei werden auch kurz die zu erreichenden Lehr- und Lernziele beschrieben. Unter *benötigte Ressourcen* wird beschrieben, welche technischen und organisatorischen Voraussetzungen es benötigt, um das entsprechende Unterrichtsbeispiel durchführen zu können. Daneben wird in der Infobox auch unter dem Punkt *Schulstufe* angegeben, für welche Schulstufe(n) das jeweilige Beispiel konzipiert ist – zumeist eignen sich die Beispiele für mehrere Schulstufen. Unter *Kontext des Unterrichtsbeispiels* wird beschrieben, in welchem fachlichen Kontext das jeweilige Unterrichtsbeispiel eingesetzt wird (z. B. fächerintegrativer Unterricht in Physik und Informatik). Abschließend wird in der Infobox unter *Zeitrahmen* noch erläutert, in welchem zeitlichen Umfang das Beispiel konzipiert wurde – zumeist wird hier eine Doppelstunde veranschlagt.

Nach der einführenden Infobox findet sich die detaillierte Ausarbeitung der jeweiligen Beispiele. Der Aufbau des Hauptteils, der wiederum stark an Schön/Ebner/Narr angelehnt ist¹⁷⁵, sieht dabei wie folgt aus:

- Didaktischer Hintergrund
- Voraussetzungen und Vorbereitungen
- Ablauf des Unterrichtsbeispiels inkl. weiterer Verlauf der Einheit
- Tipps zur Umsetzung
- Förderung der Kreativität durch das Unterrichtsbeispiel
- Erweiterungen, Ergänzungen und andere Varianten des Unterrichtsbeispiels

¹⁷⁴ Wie auch die restliche Struktur wurde die Infobox in Anlehnung an Schön/Ebner/Narr erstellt, vgl. Schön/Ebner/Narr, Making-Aktivitäten.

¹⁷⁵ Vgl. Schön/Ebner/Narr, Making-Aktivitäten.

Die Punkte des Hauptteils der Ausarbeitung sollen nun genauer erläutert werden: Unter dem Punkt *Didaktischer Hintergrund* wird ein Lehrplanbezug zu den einzelnen Fächern hergestellt und es wird analysiert, welche Kompetenzen und Bereiche des Lehrplans mit der jeweiligen Sequenz abgedeckt werden. Es wird dabei auch untersucht, inwieweit fächerintegrative Konzepte dabei auch mit dem Lehrplan des jeweiligen Faches konformgehen. Der nächste Punkt, der behandelt wird, lautet *Voraussetzungen und Vorbereitungen*. Hierbei wird beschrieben, welche Vorbereitungen für die Durchführung der Einheit getroffen werden müssen. Dies kann einerseits organisatorische Dinge betreffen, wie etwa für die Einheit benötigtes Material zur Verfügung zu stellen, andererseits aber auch Voraussetzungen bezüglich des Kenntnisstandes der SchülerInnen. Grundlegende Kenntnisse (z. B. Umgang mit Variablen und Abfragen, gegebenenfalls auch Schleifen und Arrays) werden teilweise vorausgesetzt bzw. müssen durch den Informatiklehrer eingeführt werden.

Den größten Teil innerhalb des Hauptteils der Ausarbeitung macht der Punkt *Ablauf* aus. Hier wird eine Verlaufsplanung für das jeweilige Beispiel gegeben. Es wird dabei anfangs beschrieben, welcher Einstieg für die Unterrichtseinheit gewählt werden kann (z. B. eine Auffrischung der notwendigen Kenntnisse mittels einer Internetrecherche). Im Anschluss daran wird eine Musterlösung für das jeweilige Beispiel präsentiert und die dort vorgenommenen Schritte werden erläutert. Nachdem die Programmierarbeit und somit der informatische Teil der Unterrichtseinheit beendet wurde, wird im Unterpunkt *Weiterer Verlauf der Einheit* beschrieben, wie nun mit dem erstellten Programm weitergearbeitet wird. Hier wird etwa beschrieben, welche Sozialform (z. B. Gruppenarbeit) für das weitere Arbeiten empfohlen wird und wie die weitere(n) Unterrichtseinheit(e)n unter Einbeziehung des jeweils anderen Faches gestaltet werden kann.

Nach der allgemeinen Ablaufbeschreibung folgt der Punkt *Tipps zur Umsetzung*. Hier werden allgemeine Hinweise zur Umsetzung für die Lehrkraft gegeben – etwas worauf bei der Vorbereitung oder der Programmierung besonders geachtet werden muss oder was getan werden kann, um das Beispiel spontan zu vereinfachen bzw. schwieriger zu gestalten. Daraufhin soll im Punkt *Förderung der Kreativität durch das Unterrichtsbeispiel* erläutert werden, wie die Kreativität der SchülerInnen im Rahmen der durchgeführten Unterrichtssequenz angeregt werden kann. So sei erwähnt, dass die Beispiele alle in einem offenen Unterrichtssetting angelegt sind und dementsprechend von den SchülerInnen eigenständig erarbeitet werden sollen. Dabei

gibt es natürlich für jedes Beispiel unterschiedliche Lösungswege. Meist sind nur die Funktionalitäten, die das Programm erfüllen soll, vorgegeben, die Art der Umsetzung ist den SchülerInnen allerdings selbst überlassen.

Nachdem die eigentliche Ausarbeitung, die wie erwähnt, in Form eines LehrerInnenleitfadens geschrieben wurde, abgeschlossen ist, finden sich im Anhang jedes Unterrichtsbeispiels auch die benötigten Arbeitsblätter für die SchülerInnen. Die Arbeitsblätter beinhalten alle notwendigen Arbeitsschritte und wurden altersgerecht formuliert. Noch dazu wurden sie mit Screenshots und Bildern unterstützt, um den SchülerInnen die Erstellung des Programms möglichst einfach zu machen. Bei schwierigen Arbeitsschritten lässt sich zusätzlich auch ein farbig markiertes Kästchen finden, in dem Tipps zum jeweiligen Arbeitsschritt erläutert werden. Neben den Arbeitsschritten zur Erstellung des Programms findet sich im Anhang zu den Beispielen auch immer ein Arbeitsblatt, das zur anschließenden Weiterarbeit mit den Programmen dient. Es finden sich also bei den Unterrichtsbeispielen alle Materialien vor, die zum Einsatz im Schulunterricht benötigt werden.

Abschließend sei bezüglich des Aufbaus bzw. der Ausarbeitung der Beispiele noch erwähnt, dass die Unterrichtsbeispiele inhaltlich alle vom Autor dieser Diplomarbeit explizit für den BBC micro:bit erstellt und ausgearbeitet wurden. Die Ideen für die Beispiele stammen teils vom Autor selbst, teils wurden externe Quellen (z. B. vorhandene Beispiele zu anderen Mikrocontrollern) als Inspiration bzw. Grundlage herangezogen. Sollte dies der Fall sein, wird dies sowohl in den folgenden Erläuterungen der Beispiele erwähnt, als auch im Anhang, wo die genauen Ausarbeitungen der Beispiele vorzufinden sind, gekennzeichnet.

4.4 Beispiel 1 – Elektrizität

Das erste Beispiel, das für den fächerintegrativen Unterricht mit dem BBC micro:bit vorgestellt werden soll, betrifft den Physik- und Informatikunterricht. Es wurde hierbei ein Beispiel ausgearbeitet, mit dem spielerisch ein Zugang zu Themen wie dem Stromkreis und der elektrischen Leitfähigkeit von Gegenständen gefunden werden soll. Dabei sollen die SchülerInnen zuerst ein Programm schreiben, mit dem in Anschluss daran die elektrische Leitfähigkeit von verschiedensten Gegenständen mithilfe des micro:bit untersucht werden kann.

Es soll dadurch ein Bewusstsein der SchülerInnen für Elektrizität und den Stromkreis geschaffen werden – daher eignet sich dieses Beispiel insbesondere als Einstieg in diesen Themenbereich. Nach dieser einleitenden Übung soll von den SchülerInnen anschließend auch gemessen

werden, wie stark gewisse Gegenstände leiten, da nicht jeder Gegenstand gleich stark Strom leitet. Hierzu wird besonders Pflanzenerde als Experimentierobjekt verwendet, da hier der Unterschied (trockene Erde vs. feuchte Erde) besonders stark sichtbar wird. Abschließend soll nicht nur gemessen werden, ob Strom fließt oder nicht, sondern es sollen auch Gegenstände, in diesem Fall kleine Lämpchen, durch den micro:bit mit Strom versorgt werden. Im Rahmen dessen soll auch das Geschicklichkeitsspiel *Der heiße Draht*¹⁷⁶ umgesetzt werden. Mithilfe der Umsetzung dieses Spiels soll das zuvor erlernte Wissen zum Stromkreis auf eine motivierende Art und Weise gefestigt werden.

Da das Thema Elektrizität erst später im Lehrplan der Sekundarstufe I vorkommt, wurde das Beispiel für die 7. bis 8. Schulstufe konzipiert.

4.4.1 Idee und Quelle

Die Idee für die Umsetzung dieses Beispiels (Überprüfung der Leitfähigkeit und *Der heiße Draht*) stammt größtenteils von den „MaKey MaKey Projektideen“¹⁷⁷, herausgegeben von der Pädagogischen Hochschule Schyz. Des Weiteren wurde für die gesamte Umsetzung des Grundteils des Beispiels (Leitfähigkeit testen, Experimentieren mit Pflanzenerde) das Beispiel 4 zur Pflanzenbewässerung¹⁷⁸ aus dem Werkstattbericht zum Calliope mini der TU Graz als Grundlage herangezogen und in Anlehnung daran erstellt. Abschließend wurde für die Umsetzung des Beispiels zum *heißen Draht* ebenfalls ein Beispiel aus dem Werkstattbericht¹⁷⁹ zum Calliope mini der TU Graz zur Erstellung herangezogen.

¹⁷⁶ Für Informationen zum Spiel siehe: [https://de.wikipedia.org/wiki/Hei%C3%9Fer_Draht_\(Spiel\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Hei%C3%9Fer_Draht_(Spiel)) [abgerufen am 31.03.2018].

¹⁷⁷ Vgl. Michael Hielscher; Beat Döbeli Honegger (2015): MaKey MaKey Projektideen. Hrsg. von: Pädagogische Hochschule Schyz. S. 2 und S. 9. Online abrufbar unter: <http://ilearnit.ch/download/MakeyMakeyProjektideen.pdf> [abgerufen am 24.02.2018]. Veröffentlicht unter der Lizenz: CC-BY-SA.

¹⁷⁸ Vgl. Lena Gappmaier [u.a.] (2017): Werkstattbericht 4 – Smarte Pflanzenbewässerung. In: Werkstattberichte zum Calliope mini. Online abrufbar unter: <https://learninglab.tugraz.at/informatischegrundbildung/index.php/oer-schulbuch/calliope-mini/> [abgerufen am 18.04.2018]. Hrsg. von: Google, FSM (<http://www.fsm.de>), fsf (<https://fsf.de/>). Geplante Veröffentlichung auf der Website www.medien-in-die-schule.de/werkzeugportraits im Sommer 2018.

¹⁷⁹ Vgl. Maria Grandl; Martin Ebner; Sandra Schön (2017): Werkstattbericht 2 - Der heiße Draht. In: Werkstattberichte zum Calliope mini. Online abrufbar unter: <https://learninglab.tugraz.at/informatischegrundbildung/index.php/oer-schulbuch/calliope-mini/> [abgerufen am 18.04.2018]. Hrsg. von: Google, FSM (<http://www.fsm.de>), fsf (<https://fsf.de/>). Geplante Veröffentlichung auf der Website www.medien-in-die-schule.de/werkzeugportraits im Sommer 2018.

4.4.2 Lehr- und Lernziele

Zu Beginn sollen die Lehr- und Lernziele für das Unterrichtsbeispiel definiert werden. Da es sich um einen fächerintegrativen Unterricht in Physik und Informatik handelt, wurden die Lehr- und Lernziele in beiden Fächern definiert.

Zuerst soll eine Unterscheidung in Grob- und Feinlernzielen getroffen werden: Die Groblernziele sollen beschreiben, welches grundsätzliche Ziel in beiden Fächern durch die Stunde erreicht werden soll und die Feinlernziele, welche konkreten Fähigkeiten und Kompetenzen aufgebaut werden sollen.

Als Groblernziele seien daher definiert:

Physik

- Grundverständnis für elektrische Phänomene (Stromkreis, Stromfluss, Spannung)
- Kenntnis von elektrischer Leitfähigkeit verschiedener Stoffe

Informatik

- Vertiefung der Programmierkenntnisse
- Erweiterung der Fähigkeit des Computational Thinkings
- Schulung der Problemlösungskompetenz für alltägliche Problemstellungen

Aus diesen Groblernzielen lassen sich die Feinlernziele für beide Fächer ableiten, die die einzelnen Teilkompetenzen beinhalten, deren Erwerb schlussendlich auch überprüft werden kann:

Physik

- Erwerb von Basiswissen zu grundlegenden elektrischen Begriffen (Strom, Leitfähigkeit, Spannung, Stromkreis)
- Kenntnis zur Konstruktion eines einfachen Stromkreises
- Fähigkeit zur Benennung von einigen Stoffen, die Strom leiten

Informatik

- Erwerb von vertiefenden Kenntnissen im Umgang mit dem BBC micro:bit
- Vertiefung der Kenntnisse im Umgang mit einer (visuellen) Programmiersprache und -umgebung
- (Weiter-)Entwicklung der Kenntnisse zum Einsatz von Programmierkonzepten wie verschachtelte *Abfragen* und *Schleifen*
- Fähigkeitserwerb zur Erstellung eines einfachen Programms zur Lösung eines Alltagsproblems

Die aufgestellten Lehr- und Lernziele wurden dabei unter Berücksichtigung der Lehrpläne zum Fach Physik von der AHS¹⁸⁰ und der NMS¹⁸¹ erstellt und gehen mit diesen konform. Die Lehr- und Lernziele für Informatik wurden unter Berücksichtigung des digi.komp8-Modells¹⁸² erstellt.

4.4.3 Didaktische Überlegungen

Das Unterrichtsfach Physik ist sowohl in der AHS-Unterstufe, als auch in der NMS, von der zweiten bis zur vierten Klasse als Pflichtfach vorgesehen und daher von allen SchülerInnen zu besuchen. Dabei wird der Bereich rund um das Thema der Elektrizität in den Lehrplänen explizit in der dritten und vierten Klasse erwähnt und vorgeschrieben. Es wird dabei in beiden Lehrplänen angemerkt, dass die SchülerInnen auf Basis von Alltagserfahrungen Zugang zu diesem Thema finden sollen und dadurch ein tiefergehendes Verständnis von Elektrizität und Energie im Allgemeinen erhalten sollen.^{183, 184}

Das Unterrichtsbeispiel, welches mithilfe des BBC micro:bit umgesetzt wird, ist aufgrund des Lehrplanbezugs für die dritte oder vierte Klasse geeignet und ermöglicht einen Einstieg in das Thema Elektrizität, Stromkreis und Leitfähigkeit. Dabei sollen die SchülerInnen mithilfe des BBC micro:bit selbstständig einige Experimente zur Leitfähigkeit verschiedener Materialien durchführen. Das Ziel sollte dabei sein, wie in den Lehrplänen beschrieben, dass die SchülerInnen durch Alltagserfahrungen ein tieferes Verständnis für die Materie erhalten. Die Erarbeitung anhand von selbstständigen Experimenten wird durch den Lehrplan explizit forciert, denn es wird erwähnt, dass an passenden Stellen im Unterricht den SchülerInnen „[die] Gelegenheit zu möglichst selbstständigem Untersuchen, Entdecken bzw. Forschen“^{185, 186} zu ermöglichen ist.

Die Inhalte des Physikunterrichts werden hierbei mit den Inhalten des Informatikunterrichts im Rahmen eines fächerintegrativen Unterrichts kombiniert, weshalb auch Kompetenzen des Informatikunterrichts abgedeckt werden können – wie bereits bei den Lehr- und Lernzielen der Einheit ersichtlich geworden ist.

¹⁸⁰ Vgl. BMBWF, AHS-Lehrplan, Abschnitt Physik.

¹⁸¹ Vgl. BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 82.

¹⁸² Vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung: digi.komp8 - Das Kompetenzmodell. URL: <https://digikomp.at/index.php?id=557&L=0> [abgerufen am 25.02.2018]. In der Folge zitiert als BMBWF, digi.komp8.

¹⁸³ Vgl. BMBWF, AHS-Lehrplan, Abschnitt Physik.

¹⁸⁴ Vgl. BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 82.

¹⁸⁵ BMBWF, AHS-Lehrplan, Abschnitt Physik.

¹⁸⁶ BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 81.

Das Beispiel kann noch erweitert werden, indem zusätzlich noch das Geschicklichkeitsspiel *Der heiße Draht* mit den SchülerInnen umgesetzt wird. Im Rahmen der Umsetzung dieses Spiels kann das Beispiel nicht nur zur Einführung in die Materie der Elektrizität, sondern auch als Auflockerung des Unterrichts oder zur Sicherung des Erlernten eingesetzt werden. Durch diese Erweiterung des Beispiels kann sogar noch ein drittes Fach miteinbezogen werden: Im Werkunterricht könnte der Parcours und das Spielgerät gebaut werden, die für die Durchführung des Spiels benötigt werden.

4.4.4 Beschreibung des Ablaufs

Das Beispiel eignet sich, wie bereits erwähnt, vorwiegend als Einstieg in die Materie der Elektrizität bzw. des Stromkreises. Das Unterrichtsbeispiel folgt dabei allerdings dem Prinzip *learning-by-doing*, weshalb ohne große theoretische Erklärungen des Stromkreises der Einstieg mit dem micro:bit erfolgt. Das Verständnis des Stromkreises und der elektrischen Leitfähigkeit soll durch die Experimente mit dem micro:bit erzeugt werden. Sollte es Unklarheiten bei der Erarbeitung geben, kann die Lehrperson allerdings jederzeit Erklärungen liefern und somit eventuelle Verständnisprobleme beseitigen.

Es soll in diesem Unterrichtsbeispiel in Einzelarbeit mit der Programmierarbeit mithilfe des BBC micro:bit begonnen werden. Die SchülerInnen erhalten dabei ein Arbeitsblatt¹⁸⁷, das alle für sie notwendigen Informationen enthält. Die Programmierung sollte dabei in eigenständiger Arbeit durch die SchülerInnen erfolgen, die Lehrperson sollte dabei – wie bei allen anderen Beispielen auch – lediglich als unterstützende und helfende Kraft, sollte es Schwierigkeiten geben, dienen. Nachdem die Programmierarbeit beendet ist, werden zwei Krokodilklemmen an den micro:bit angeschlossen (vgl. auch die Fotos und die genaue Ausarbeitung im Anhang) und diese werden dann dazu genutzt, um verschiedenste Gegenstände auf ihre elektrische Leitfähigkeit zu prüfen. Mittels eines Arbeitsblattes, das im Anhang vorzufinden ist¹⁸⁸, sollen die SchülerInnen eintragen, welche Gegenstände sie untersucht haben und welche davon leitfähig sind und welche nicht. Die SchülerInnen sollten die Messungen dabei in einer Gruppenarbeit durchführen. Es sollte den SchülerInnen dabei auch erlaubt werden, das Klassenzimmer zu verlassen, um so rund um das Schulgelände verschiedene Tests durchführen zu können, da so eine größere Anzahl an zu untersuchenden Gegenständen vorgefunden werden kann. Nach etwa 10-

¹⁸⁷ Vgl. *Arbeitsblatt 1 - Leitfähigkeit*, S. 114 im Anhang dieser Arbeit.

¹⁸⁸ Vgl. *Arbeitsblatt Experimente zur elektrischen Leitfähigkeit*, S. 115 im Anhang dieser Arbeit.

15 Minuten sollten die SchülerInnen ihre Tests abgeschlossen und ihre Ergebnisse notiert haben. Die Lehrperson kann dabei die Ergebnisse kontrollieren, gegebenenfalls könnte auch pro Gruppe eine Kurzpräsentation ihrer Untersuchungsergebnisse erfolgen.

Nachdem diese erste Übung absolviert wurde, kann das Beispiel erweitert werden: So kann als nächster Schritt mit dem BBC micro:bit ausgelesen werden, wie stark ein Gegenstand elektrischen Strom leitet. Dadurch soll den SchülerInnen vermittelt werden, dass nicht jeder Gegenstand gleich stark leitfähig ist. Dies kann besonders gut durch Experimente mit Pflanzenerde herausgefunden werden, da man hier sehr stark den Unterschied zwischen trockener Erde und feuchter Erde sieht. Nach der Messung des Grades der Leitfähigkeit kann abschließend im Grundteil des Beispiels auch mit der Stromversorgung mittels des micro:bit experimentiert werden: Die SchülerInnen erhalten dabei ein Lämpchen und müssen dieses so ansteuern, dass es leuchtet. Sie können auch weitere Experimente mit dem Lämpchen machen und dieses z. B. blinken lassen oder sogar eine einfache Ampel konstruieren. Für diese zwei erweiterten Übungen (Messung des Grads der Leitfähigkeit und Stromversorgung) finden sich im Anhang Arbeitsblätter für die SchülerInnen, mit denen sie diese selbstständig bearbeiten können.¹⁸⁹

Sollte noch mehr Zeit zur Verfügung stehen, oder, wenn die Inhalte vertieft werden sollen, kann mithilfe des BBC micro:bit zusätzlich noch das Geschicklichkeitsspiel *Der heiße Draht* umgesetzt werden. Der Ablauf dafür sei an dieser Stelle kurz beschrieben: Zu Beginn sollen die SchülerInnen ihr bereits vorhandenes Programm erweitern, denn nun soll nicht mehr nur gemessen werden, ob Strom fließt. Nun soll auch zusätzlich noch ein Lämpchen an den BBC micro:bit angeschlossen werden, das leuchtet, wenn es einen Kontakt gibt und dies somit den SpielerInnen signalisiert. Für das Spiel selbst wird ein Parcours und ein Spielgerät benötigt – im Idealfall könnte man sich hier mit dem Werkunterricht zusammenschließen und dort einen entsprechenden Parcours bauen. Alternativ kann sehr simpel und schnell ein Parcours und ein dazu passendes Spielgerät mit Aluminiumfolie gebastelt werden. Ein Beispiel für einen vollständigen Aufbau des Spiels nur mithilfe von Aluminiumfolie, Isolierband und Plastelin ist in Abbildung 8 dargestellt:

¹⁸⁹ Vgl. *Arbeitsblatt 2 – Messen, Messen, Messen* und *Arbeitsblatt 3 – Es werde Licht!*, S. 116-118 im Anhang dieser Arbeit.

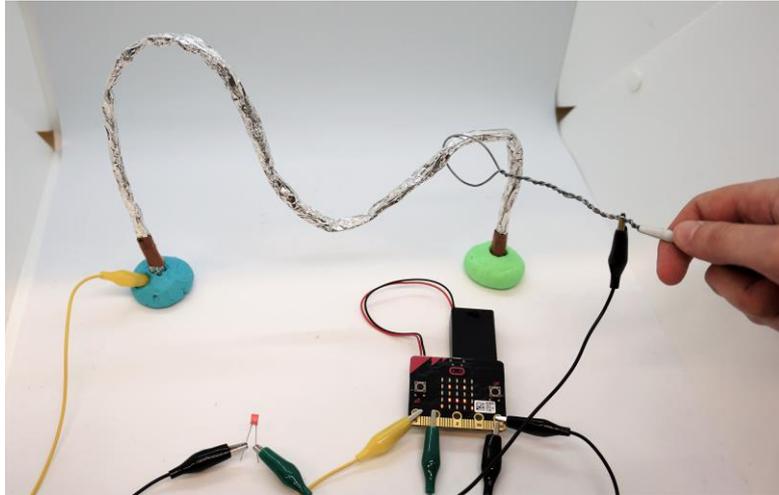


Abbildung 8: Mögliche Umsetzungsvariante des Spiels "Der heiÙe Draht"

Nachdem die Programmierarbeiten abgeschlossen wurden und das Spiel selbst aufgebaut wurde, sollten die SchülerInnen das Spiel natürlich ausprobieren. Auch hier wäre es wieder von Vorteil, wenn die SchülerInnen in Gruppen (z. B. Vierergruppen) zusammenarbeiten, da dadurch die Aufbauarbeiten für das Spiel im Rahmen gehalten werden können.

Es sei also zusammengefasst, dass durch das Unterrichtsbeispiel – sowohl durch die Messung der elektrischen Leitfähigkeit, als auch durch das Spiel *Der heiÙe Draht* – den SchülerInnen die Themen Elektrizität und Stromkreis auf eine spielerisch-praktische Art mit Alltagsbezug nähergebracht werden. Dadurch wird den SchülerInnen ein Mehrwert gegenüber einer rein theoretischen Erarbeitung geboten.

4.5 Beispiel 2 – Sprach- und Schreibförderung

Das zweite Beispiel, das im Rahmen dieser Diplomarbeit für den fächerintegrativen Unterricht mit dem BBC micro:bit präsentiert werden soll, behandelt das Thema Sprach- und Schreibförderung. Das Unterrichtsbeispiel wurde dabei grundsätzlich für den Deutschunterricht in der Sekundarstufe I konzipiert, kann allerdings bei entsprechender Adaption für jedmglichen (Fremd-)Sprachenunterricht (Englisch, Italienisch, etc.) verwendet werden.

Im Rahmen dieses Unterrichtsbeispiels werden dabei einerseits Kompetenzen des Informatikunterrichts abgedeckt, da ein Programm für den nachfolgenden Einsatz zum Schreiben einer Geschichte erstellt werden muss. Andererseits werden auch basale Kompetenzen des Deutschunterrichts wie die Schreib- und Textkompetenz durch das Unterrichtsbeispiel geschult. Das

Ziel der Unterrichtseinheit ist es, mittels des BBC micro:bit eine kreative Geschichte zu schreiben. Als Alternative bzw. Fortführung der Einheit ist es auch möglich, den micro:bit als Grundlage für das Verfassen eines Gedichtes zu verwenden.

4.5.1 Idee und Quelle

Die Idee für die Umsetzung dieses Beispiels stammt aus dem Werkstattbericht zum Calliope mini der TU Graz. Das Konzept des Beispiels sowie das dazugehörige Programm für den micro:bit wurde stark in Anlehnung an das dort vorzufindende Beispiel „Der Calliope mini im Sprachunterricht“¹⁹⁰ erstellt. Die weiterführende Arbeit mit dem Programm und die vorgesehene Einsatzvariante im Sprachenunterricht (in erster Line im Deutschunterricht) wurden allerdings eigenständig entworfen und erstellt.

4.5.2 Lehr- und Lernziele

Zu Beginn des Beispiels sollen die Lehr- und Lernziele definiert werden, die durch den fächer-integrativen Ansatz in Deutsch bzw. Informatik erreicht werden sollen. Aufgrund des fächer-integrativen Unterrichts muss bei der Erstellung der Lehr- und Lernziele darauf geachtet werden, dass Kompetenzen in beiden Fächern abgedeckt werden sollen.

Die Lehr- und Lernziele werden dabei in Groblernziele und anschließend, von diesen abgeleitet, in Feinlernziele unterteilt. Die Groblernziele beinhalten dabei einen Überblick, welche Kompetenzen durch das Unterrichtsbeispiel forciert werden sollen. Die Feinlernziele beschreiben darauf aufbauend die einzelnen Teilkompetenzen, die erworben werden, genauer und können somit auch einfacher überprüft werden.

Als Groblernziele seien daher definiert:

Deutsch

- Verbesserung der Schreib- und Textkompetenz
- Verbesserung der Grammatikkenntnisse
- Erweiterung des Wortschatzes
- Förderung der Kreativität

Informatik

- Vertiefung der Programmierkenntnisse

¹⁹⁰ Vgl. Lena Gappmaier [u.a] (2017): Werkstattbericht 1 - Buchstabenmixer. In: Werkstattberichte zum Calliope mini. Online abrufbar unter: <https://learninglab.tugraz.at/informatischegrundbildung/index.php/oer-schulbuch/calliope-mini/> [abgerufen am 18.04.2018]. Hrsg. von: Google, FSM (<http://www.fsm.de>), fsf (<https://fsf.de/>). Geplante Veröffentlichung auf der Website www.medien-in-die-schule.de/werkzeugportraits im Sommer 2018.

- Erweiterung der Fähigkeit des Computational Thinkings
- Schulung der Problemlösungskompetenz

Aus diesen Groblernzielen lassen sich die Feinlernziele für beide Fächer ableiten. Die Feinlernziele seien wie folgt definiert:

Deutsch

- Schulung der Fähigkeit, spontan eine (kreative) Geschichte schreiben zu können
- Vertiefung der Antizipationsfähigkeit, d. h. die Fähigkeit, auf die Sätze der/des SitznachbarIn eingehen zu können
- Schaffung von Bewusstsein für sprachliche Strukturen (u.a. Reime)

Informatik

- Erwerb von vertiefenden Kenntnissen im Umgang mit dem BBC micro:bit
- Vertiefung der Kenntnisse im Umgang mit einer (visuellen) Programmiersprache und -umgebung
- (Weiter-)Entwicklung der Kenntnisse zur Anwendung von Programmierkonzepten wie *Abfragen* und *Schleifen*
- (Weiter-)Entwicklung der Kenntnisse beim Arbeiten mit der Datenstruktur der Liste (*Array*)
- Fähigkeitserwerb zur Erstellung eines einfachen Programms zur Lösung einer Aufgabenstellung eines anderen Fachs

Die aufgestellten Lehr- und Lernziele wurden dabei unter Berücksichtigung der Lehrpläne zum Fach Deutsch von der AHS¹⁹¹ und der NMS¹⁹² erstellt und gehen mit diesen konform. Die Lehr- und Lernziele für Informatik wurden unter Berücksichtigung des digi.komp8-Modells¹⁹³ erstellt.

4.5.3 Didaktische Überlegungen

Der Themenbereich der Sprach- und Schreibförderung ist für alle Altersstufen sowohl in der Neuen Mittelschule als auch in der AHS-Unterstufe (bzw. dort sogar noch in der AHS-Oberstufe), ein zentrales Element des Deutschunterrichts. Besonders zu Beginn der Unterstufe haben SchülerInnen oft Defizite in den Bereichen der Schreib- und Textkompetenz, die sie oft aus der Volksschule mitbringen. Besonders im urbanen Gebiet ist es oft auch der Fall, dass Deutsch als Zweitsprache und nicht als Erstsprache gelernt wird, wodurch zusätzliche Probleme auftreten. Deshalb gibt es viele Varianten und Übungen der Sprach- und Schreibförderung. Hier wurde

¹⁹¹ Vgl. BMBWF, AHS-Lehrplan, Abschnitt Deutsch.

¹⁹² Vgl. BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 26-35.

¹⁹³ Vgl. BMBWF, digi.komp8.

eine Übung in den Fokus gerückt, bei der die SchülerInnen eine Einleitung vorgegeben bekommen und anschließend den Text in Partnerarbeit fertigschreiben sollen. In der Deutschdidaktik wird ein solches Übungskonzept als *Ping-Pong-Geschichte* oder *Echo-Text* bezeichnet. Die beiden Lehrpläne^{194, 195} schreiben ebenso vor, dass die SchülerInnen mit technischen Hilfsmitteln umgehen können sollen, was durch den Einsatz des micro:bit abgedeckt wird.

Neben der *Ping-Pong-Geschichte* bzw. dem *Echo-Text* wurde als mögliche Erweiterung des Beispiels auch noch die Sprach- und Schreibförderungsübung *Vierzeiler* behandelt, wo die SchülerInnen mithilfe des micro:bit ein Gedicht schreiben sollen. Wie beim Schreiben der Geschichte werden auch beim Schreiben des Gedichts einerseits die Schreibkompetenzen geschult, andererseits wird bei beiden Übungen auch die Kreativität der SchülerInnen forciert. Die Förderung der Kreativität ist nicht nur im Deutschunterricht, sondern für alle Fächer ein zentraler Punkt der Schulbildung.

Der Einsatz des micro:bit deckt im Bereich Informatik einige Kompetenzen ab, wie zuvor bei den Lehr- und Lernzielen beschrieben wurde. Durch den fächerintegrativen Ansatz mithilfe des BBC micro:bit können also sowohl Fähigkeiten, die für den Deutschunterricht relevant sind, als auch Informatikkenntnisse geschult werden.

Abschließend sei noch erwähnt, dass diese Übungen bei entsprechenden Adaptionen nicht nur für den Deutschunterricht, sondern auch für jeden anderen (Fremd-)Sprachenunterricht verwendet werden können.

4.5.4 Beschreibung des Ablaufs

Das Beispiel kann, wie bereits erwähnt, prinzipiell in jeder Schulstufe innerhalb der Sekundarstufe eingesetzt werden, da keine speziellen Vorkenntnisse benötigt werden und die Förderung der Sprach- und Schreibkompetenzen im Deutschunterricht immer wieder vorkommen sollte.

Da es keine Voraussetzungen in Bezug auf das Fach Deutsch für dieses Beispiel gibt, kann sofort mit der Programmierung begonnen werden. Es wird dabei vor dem Einsatz dieses Beispiels bereits vorausgesetzt, dass die SchülerInnen mit Arrays und Abfragen vertraut sind, da diese im Rahmen der Erstellung des Programmes benötigt werden. Das Ziel der Unterrichtseinheit soll es sein, dass die SchülerInnen die Einleitung einer Geschichte vorgegeben bekommen und diese zu zweit zu Ende schreiben sollen. Es soll dabei so ablaufen, dass der BBC micro:bit

¹⁹⁴ Vgl. BMBWF, AHS-Lehrplan, Abschnitt Deutsch.

¹⁹⁵ Vgl. BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 26-35.

jeweils den Anfangsbuchstaben des nächsten Satzes vorgeben soll – der/die SchülerIn soll dann mit diesem vorgegebenen Anfangsbuchstaben den Satz bilden. Die Sätze werden dabei abwechselnd von den beiden SchülerInnen geschrieben, das Ziel soll sein, dass das Produkt am Ende eine kohärente und stringente Geschichte ist.

Es muss also ein Programm für den micro:bit geschrieben werden, das aus allen möglichen Buchstaben des Alphabets, bei z. B. Schütteln des Geräts, zufällig einen auswählt und anzeigt. Um die Schwierigkeit der Übung auf einem moderaten Level zu halten, werden die SchülerInnen angewiesen, Buchstaben, mit denen Sätze nur schwierig gebildet werden können, wie z. B. ‚C‘ oder ‚X‘, von vorneherein aus der Programmierung auszuschließen. Die SchülerInnen sollen dieses Programm in Eigenarbeit erstellen, sie erhalten dafür ein Arbeitsblatt¹⁹⁶ mit allen notwendigen Arbeitsanweisungen. Mithilfe dieses Arbeitsblatts können die SchülerInnen selbstständig das Beispiel erstellen – bei eventuell aufkommenden Schwierigkeiten kann die Lehrkraft allerdings Hilfestellungen anbieten.

Nachdem das Programm, das zufällig einen Buchstaben des Alphabets durch z. B. Schütteln des micro:bit anzeigen soll, geschrieben wurde, sollen sich die SchülerInnen zu zweit zusammensetzen. Es ist dabei wichtig darauf zu achten, dass jede/r SchülerIn eine/n PartnerIn hat und dass Dreiergruppen möglichst vermieden werden, da hier sonst die Zeit der Untätigkeit pro SchülerIn zu hoch wäre, was sich negativ auf den Lerneffekt auswirken würde. Die SchülerInnen erhalten eine Einleitung vorgegeben, anhand derer sie ihre Geschichte zu schreiben beginnen sollen. Die praktische Anwendung des Beispiels zeigt Abbildung 9:

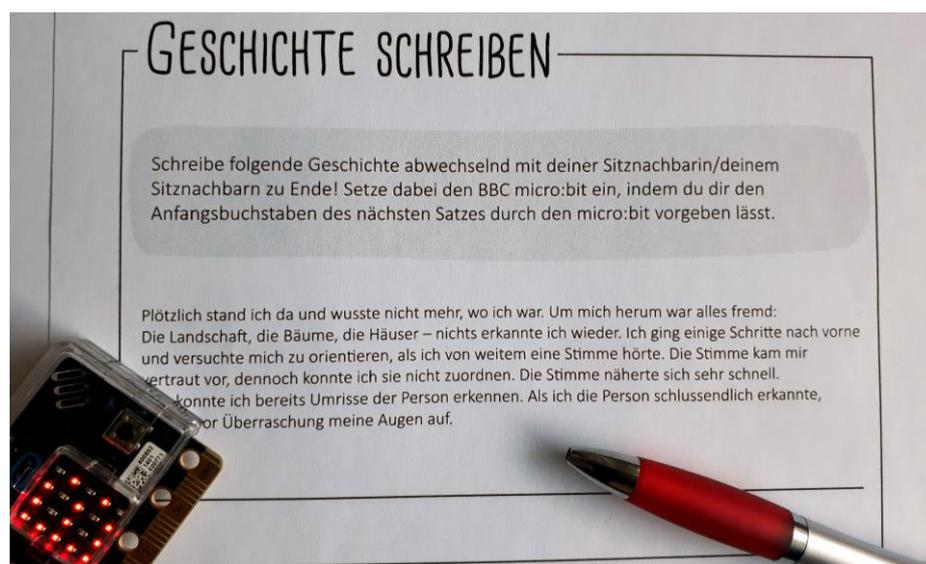


Abbildung 9: Beispiel zu Sprach- und Schreibförderung im praktischen Einsatz

¹⁹⁶ Vgl. Arbeitsblatt *Geschichte schreiben (1)*, S. 126 im Anhang dieser Arbeit.

Das Arbeitsblatt mit dieser Einleitung findet sich, wie auch die Programmieranleitung, im Anhang dieser Arbeit¹⁹⁷. Es soll beim Schreiben der Geschichte von den SchülerInnen auch darauf geachtet werden, dass ein passender Schluss gefunden wird. Die Geschichten können im Anschluss daran reihum vorgelesen werden, um so auch die SchülerInnentexte, die im Rahmen dieser Einheit entstanden sind, entsprechend zu würdigen und bei möglichen Fehlern korrigierend eingreifen zu können.

Aufbauend auf diesem Beispiel können auch noch andere Übungen im Bereich der Sprach- und Schreibförderung mit dem erstellten Programm durchgeführt werden. Ein Beispiel hierfür wäre einen *Vierzeiler* zu schreiben. Ein Vierzeiler ist eine Gedichtform, die innerhalb von vier Zeilen eine kleine, abgeschlossene Geschichte erzählt. Es reimen sich dabei jeweils die ersten zwei und die letzten zwei Zeilen (Reimschema aabb). Für die Übung zum Vierzeiler findet sich im Anhang ebenfalls ein eigenes Arbeitsblatt.¹⁹⁸ Der BBC micro:bit kann hierbei wiederum dazu verwendet werden, um die Verszeilenanfänge vorzugeben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mit diesem Unterrichtsbeispiel die Sprach-, Schreib- und Textkompetenzen der SchülerInnen spielerisch gefördert werden können, was insbesondere SchülerInnen mit Schwächen in diesen Bereichen zugutekommt. Auch in Hinblick auf die Informatik können mit diesem fächerintegrativen Beispiel verschiedenste Kenntnisse gefördert werden, etwa der Umgang mit dem Datentyp Array oder die korrekte Anwendung von Abfragen.

4.6 Beispiel 3 – Tonleiter

Das dritte Beispiel, das im Rahmen dieser Diplomarbeit für den micro:bit erstellt wurde, ist für den fächerintegrativen Einsatz im Musik- und Informatikunterricht konzipiert worden. Das Beispiel wurde für den Einsatz in der Sekundarstufe I, hier insbesondere in der 5. und 6. Schulstufe, erstellt. Es geht dabei darum, dass die SchülerInnen mit der C-Dur-Tonleiter vertraut gemacht werden sollen. Das Ziel soll dabei sein, dass bei SchülerInnen ein Bewusstsein für verschiedene Tonhöhen geschaffen wird. Der micro:bit wird dabei verwendet, um die einzelnen Töne wiederzugeben.

¹⁹⁷ Vgl. Arbeitsblatt *Geschichte schreiben*, S. 127 im Anhang dieser Arbeit.

¹⁹⁸ Vgl. Arbeitsblatt *Vierzeiler*, S. 128 im Anhang dieser Arbeit.

Als Ergänzung für das Beispiel ist auch vorgesehen, mit dem BBC micro:bit ein Metronom zu simulieren. Ein Metronom dient dazu, um die Sensibilität der SchülerInnen bezüglich Takte und Geschwindigkeit von Musik zu erhöhen. Im Rahmen dieses Beispiels wird also mithilfe des micro:bit das Bewusstsein für verschiedene akustische Phänomene (Tonhöhen, Töne, Takte) erweitert und geschult.

4.6.1 Idee und Quelle

Die grundlegende Idee für das Beispiel, nämlich die C-Dur-Tonleiter mithilfe des BBC micro:bit zu erarbeiten, stammt vom Autor dieser Diplomarbeit selbst. Für die Ergänzung des Beispiels, wo es darum geht, mit dem micro:bit ein Metronom zu bauen, wurde allerdings der Werkstattbericht der TU Graz zum Calliope mini herangezogen. Sowohl der Ablauf als auch das Programm für den micro:bit zum Metronom wurde stark in Anlehnung an das dort vorzufindende Beispiel 5 „Metronom“¹⁹⁹ erstellt.

4.6.2 Lehr- und Lernziele

Bevor sich der genauen Ausarbeitung des Beispiels zugewandt wird, sollen zuerst die Lehr- und Lernziele des Beispiels erläutert werden. Da es sich um einen fächerintegrativen Unterricht handelt, muss darauf geachtet werden, dass Lehr- und Lernziele für beide Fächer definiert und anschließend in der praktischen Umsetzung auch abgedeckt werden.

Dabei werden die Lernziele in Grob- und Feinlernziele unterteilt. Die Groblernziele beinhalten dabei die allgemeinen Ziele und Kompetenzen, die durch dieses Unterrichtsbeispiel abgedeckt werden sollen. Die Feinlernziele bauen auf die Groblernziele auf und beinhalten die einzelnen Kenntnisse, die beim Erwerb dieser Kompetenzen erlernt werden sollen, und sind daher leichter überprüfbar.

Die Groblernziele seien wie folgt definiert:

Musik

- Sensibilisierung für akustische Phänomene (Töne, Taktarten, Geschwindigkeit)
- Entwicklung eines Gehörs für verschiedene Tonhöhen

Informatik

- Vertiefung der Programmierkenntnisse

¹⁹⁹ Vgl. Maria Grandl; Martin Ebner; Sandra Schön (2017): Werkstattbericht 5 - Metronom. In: Werkstattberichte zum Calliope mini. Online abrufbar unter: <https://learninglab.tugraz.at/informatischegrundbildung/index.php/oer-schulbuch/calliope-mini/> [abgerufen am 18.04.2018]. Hrsg. von: Google, FSM (<http://www.fsm.de>), fsf (<https://fsf.de/>). Geplante Veröffentlichung auf der Website www.medien-in-die-schule.de/werkzeugportraits im Sommer 2018.

- Erweiterung der Fähigkeit des Computational Thinkings
- Schulung der Problemlösungskompetenz

Aus diesen Groblernzielen lassen sich die Feinlernziele für beide Fächer ableiten. Die Feinlernziele seien wie folgt definiert:

Musik

- Erwerb von Basiswissen zu verschiedenen Begriffen innerhalb der Musik (Takte, bpm, etc.)
- Kenntnis der C-Dur-Tonleiter
- Erkennen von verschiedenen Tonhöhen innerhalb der C-Dur-Tonleiter
- Bewusstseinserschaffung für unterschiedliches Tempo in der Musik

Informatik

- Erwerb von vertiefenden Kenntnissen im Umgang mit dem BBC micro:bit
- Vertiefung der Kenntnisse im Umgang mit einer (visuellen) Programmiersprache und -umgebung
- (Weiter-)Entwicklung der Kenntnisse zur Anwendung von Programmierkonzepten wie *Abfragen* und *Schleifen*
- (Weiter-)Entwicklung der Kenntnisse beim Arbeiten mit der Datenstruktur der Liste (*Array*)
- Fähigkeitserwerb zur Erstellung eines einfachen Programms zur Lösung einer Aufgabenstellung eines anderen Fachs

Die aufgestellten Lehr- und Lernziele wurden dabei unter der Berücksichtigung der Lehrpläne zum Fach Musikerziehung von der AHS²⁰⁰ und der NMS²⁰¹ erstellt und gehen mit diesen konform. Die Lehr- und Lernziele für Informatik wurden unter Berücksichtigung des digi.komp8-Modells²⁰² erstellt.

4.6.3 Didaktische Überlegungen

Das Unterrichtsfach Musikerziehung ist in der Sekundarstufe I als Pflichtfach von allen SchülerInnen zu besuchen. Sowohl in der Neuen Mittelschule als auch in der AHS-Unterstufe lassen sich im Lehrplan zu Musik Teilbereiche wie „Gestalten“ und „Hören“ finden, wo unter anderem aufgeführt wird, dass die SchülerInnen mit Tönen, Rhythmus etc. gestalterisch umgehen können sollen. Daneben wird auch angemerkt, dass die SchülerInnen verschiedene akustische Signale bewusst wahrnehmen können sollen. Das Ziel des Beispiels ist es, dass sich die SchülerInnen mit der C-Dur-Tonleiter vertraut machen, einer der gebräuchlichsten Varianten unter den

²⁰⁰ Vgl. BMBWF, AHS-Lehrplan, Abschnitt Musik.

²⁰¹ Vgl. BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 83-87.

²⁰² Vgl. BMBWF, digi.komp8.

Tonleitern. Da in den Lehrplänen auch erwähnt wird, dass kreative Problemlösungsstrategien und aktuelle Technologien im Musikunterricht zu integrieren sind, werden diese geforderten Eckpunkte hier durch den Einsatz des BBC micro:bit abgedeckt.^{203, 204}

In den Lehrplänen findet sich auch der Punkt, dass SchülerInnen das „Erfahren von Metrum, Takt, Rhythmus“^{205, 206} zugänglich gemacht werden soll. Hierbei eignet sich die vorgesehene Ergänzung des Beispiels, wo ein Metronom gebaut werden soll, für diesen Teilbereich. Durch das Unterrichtsbeispiel werden also verschiedenste Kompetenzen des Musiklehrplans abgedeckt.

Neben den Kompetenzen im Bereich Musik, werden durch das Beispiel auch einige Informatikkenntnisse geschult, wie auch bereits in den Lehr- und Lernzielen beschrieben wurde. Es werden also durch den fächerintegrativen Ansatz mithilfe des BBC micro:bit Kompetenzen in beiden Fächern angesprochen und abgedeckt.

4.6.4 Beschreibung des Ablaufs

Das Beispiel dient zur Erarbeitung der C-Dur-Tonleiter. Da der BBC micro:bit über keinen dezidierten Lautsprecher verfügt, werden Kopfhörer oder anderes Equipment benötigt, um Töne abspielen zu können. Da die meisten SchülerInnen aufgrund ihrer Smartphones ohnehin über Kopfhörer verfügen sollten, dürfte dies für den Schuleinsatz kein Problem darstellen. Sollten vereinzelt SchülerInnen keinen Zugang zu Kopfhörern haben, so können – sofern vorhanden – welche aus dem Schulrepertoire bereitgestellt werden. Alternativ könnten auch SchülerInnen zu zweit zusammenarbeiten. Bevor mit der Programmierarbeit begonnen wird, soll zu den Themen Tonhöhen und C-Dur-Tonleiter recherchiert werden, da die SchülerInnen zuerst mit der Tonleiter und ihren verschiedenen Tönen vertraut sein sollen, bevor sie diese in den micro:bit einprogrammieren.

Das zu erstellende Programm sollte dabei grundsätzlich zwei Funktionen aufweisen: Einerseits soll die C-Dur-Tonleiter abgespielt werden können und andererseits soll eine Art Quiz erstellt werden, bei dem nacheinander mit einem gewissen Abstand fünf zufällige Töne aus der Tonleiter abgespielt werden sollen. Diese zweite Funktionalität dient dazu, die Sensibilität der

²⁰³ Vgl. BMBWF, AHS-Lehrplan, Abschnitt Musik.

²⁰⁴ Vgl. BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 83-87.

²⁰⁵ BMBWF, AHS-Lehrplan, Abschnitt Musik.

²⁰⁶ BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 85.

SchülerInnen für Tonhöhen zu steigern. Die Programmierarbeit sollte dabei von den SchülerInnen auf selbstständiger Basis vonstattengehen. Dazu erhalten die SchülerInnen ein Arbeitsblatt²⁰⁷ mit allen nötigen Anweisungen, um ein eigenständiges Arbeiten zu ermöglichen. Das Arbeitsblatt befindet sich im Anhang dieser Diplomarbeit. Die Lehrkraft dient im Rahmen dieses Unterrichtsbeispiels lediglich der Unterstützung und kann Hilfestellungen leisten, sofern dies erforderlich ist.

Nachdem die Programmierarbeit abgeschlossen ist, können die SchülerInnen in Partner- oder Teamarbeit zusammenarbeiten und mithilfe des micro:bit mit der Tonleiter üben. Das Beispiel im praktischen ist in Abbildung 10 abgebildet:



Abbildung 10: Das Beispiel zur Tonleiter im praktischen Einsatz

Das Beispiel kann noch fortgeführt werden, indem mithilfe des BBC micro:bit ein Metronom gebaut wird. Das Ziel bei diesem weiterführenden Beispiel ist es, dass die SchülerInnen durch den Bau eines Metronoms eine Sensibilität für Takte und die Tempos in der Musik entwickeln können. Im Zuge dessen lernen die SchülerInnen auch für die Musik essenzielle Begrifflichkeiten wie *beats-per-minute* (bpm) kennen.

Konstatierend kann also gesagt werden, dass durch das Unterrichtsbeispiel das Bewusstsein der SchülerInnen für verschiedene akustische Bereiche der Musik (Takte, Tonhöhen, Geschwindigkeit) erweitert wird. Darüber hinaus werden durch den fächerintegrativen Unterricht auch informatische Kompetenzen, allen voran Programmierkenntnisse, geschult und vertieft.

²⁰⁷ Vgl. Arbeitsblatt *Tonleiter*, S. 135-136 im Anhang dieser Arbeit.

5 Evaluation

Im folgenden Kapitel dieser Diplomarbeit soll nun die Evaluation eines Beispiels erläutert werden. Es wurde dabei das vorhin beschriebene Beispiel 1 zur Elektrizität in zwei Klassen (3a und 3b) einer Neuen Mittelschule in Graz eingesetzt. Dabei wurde mittels eines Pre- und Post-Tests gearbeitet, um feststellen zu können, inwieweit durch diese Unterrichtseinheit Lernfortschritte erzielt werden konnten und ob die Lehr- und Lernziele erreicht wurden. Das grundlegende Ziel dieser Evaluation war es festzustellen, ob die Unterrichtsbeispiele in der Form, wie sie konzipiert wurden (offenes Setting, selbstständiges Arbeiten der SchülerInnen), in der Praxis durchführbar sind und funktionieren. Besonders im Zentrum bei der Evaluation steht der fächerintegrierte Ansatz – es wird im folgenden Teil erörtert, wie dieser in der praktischen Anwendung funktioniert hat, wie die SchülerInnen diesen empfunden haben und welchen Anteil das Fach Physik am Unterricht hatte.

Neben diesen zentralen Punkten wurde vor allem auch der Genderaspekt einer genaueren Betrachtung unterzogen. Im Informatikunterricht gibt es oftmals einen Interessensunterschied zugunsten der Jungen, weshalb es ein wichtiges Anliegen beim Erstellen der Beispiele war, Mädchen und Jungen gleichermaßen anzusprechen. Daneben wurden auch noch weitere Aspekte bei der Durchführung des Beispiels evaluiert: So war es ein großes Anliegen festzustellen, ob die Beispiele auch den Schwierigkeitsgrad und die Zeitplanung betreffend adäquat gestaltet sind.

Die Daten der Evaluierung wurden einerseits aus den Pre- und Post-Tests, die durchgeführt wurden, generiert, andererseits wurde auch ein Fragebogen zum Stundenende ausgegeben. Abschließend wurde auch ein Interview mit der anwesenden Lehrperson geführt. Bei dieser handelt es sich um einen sehr erfahrenen Informatiklehrer, weshalb auch dessen angesprochene Punkte und Anmerkungen im Rahmen dieser Diplomarbeit diskutiert werden sollen.

5.1 Unterrichtssetting

Das Unterrichtssetting war in beiden Klassen, in denen das Beispiel getestet wurde, gleich. Es handelte sich um zwei Klassen der 7. Schulstufe einer Neuen Mittelschule in Graz. Die SchülerInnen sind also zwischen 12 und 13 Jahre alt. Informatik wird in dieser Schule in der ersten und zweiten Klasse als Freifach angeboten und in der dritten und vierten Klasse als unverbindliche Übung.

In beiden Klassen befinden sich neun SchülerInnen, die Informatik im Rahmen einer unverbindlichen Übung besuchen. In der Klasse der 3a teilen sich diese neun SchülerInnen in sechs Mädchen und drei Jungen auf, in der Klasse der 3b in fünf Mädchen und vier Jungen. Die Stundentafel dieser Schule sieht diese unverbindliche Übung nur mit einer Wochenstunde vor, sie wird allerdings vom Lehrer – auf freiwilliger Basis – als Doppelstunde abgehalten, um dadurch mehr bzw. tiefergehende Inhalte unterbringen zu können.

Die SchülerInnen in beiden Klassen sind generell als sehr interessiert am Gegenstand zu bezeichnen – es fiel auch in den Beobachtungen sehr stark auf, dass die SchülerInnen versiert im Umgang mit dem Computer (Benutzung des Internets, 10-Finger-System, Dateiverwaltung, allgemeine Handhabung, usw.) waren.

Die Unterrichtsbeispiele wurden im EDV-Raum der Schule getestet, dieser ist mit Windows-7-PCs ausgestattet. Jede/r SchülerIn konnte dabei an seinem/ihrer eigenen Gerät arbeiten. Darüber hinaus war auch ein LehrerInnen-PC mit einem Beamer vorhanden, der für Vorführzwecke genutzt werden konnte. Für die Experimente war es hilfreich, dass die Computer im Raum in einer U-Form angeordnet waren. Dadurch war in der Mitte des Raumes noch Platz für einen größeren Tisch, der später für Experimente genutzt werden konnte.

5.2 Ablauf des Unterrichtsbeispiels

Im folgenden Unterkapitel soll nun der Ablauf des Praxiseinsatzes beschreiben werden. Der Ablauf war in beiden Klassen, in denen das Beispiel umgesetzt wurde, weitestgehend identisch. So wurde die Unterrichtsstunde mit einem Pre-Test eingeleitet, der das Vorwissen der SchülerInnen abprüfen sollte. Danach folgte die allgemeine Erarbeitung und Durchführung des Beispiels. Nachdem die Übungen absolviert waren, wurde am Ende der Einheit mittels eines Post-Tests abgefragt, ob die SchülerInnen etwas aus der Unterrichtsstunde mitgenommen haben. Abschließend wurden die SchülerInnen auch noch gebeten, einen Fragebogen auszufüllen, um auch weitere Daten, abseits vom Lernerfolg, erheben zu können.

5.2.1 Pre-Test

Zu Beginn der Unterrichtseinheit wurde in beiden Klassen ein Pre-Test durchgeführt. Dazu wurde ein Übungsblatt mit verschiedenen Aufgabenstellungen ausgegeben. Das Übungsblatt befindet sich im Anhang dieser Diplomarbeit.²⁰⁸

²⁰⁸ Vgl. *Übungsblatt für Pre-Test*, S. 138 im Anhang dieser Arbeit.

Das Ziel dabei war es, das Vorwissen der SchülerInnen abzu prüfen. Einerseits haben die SchülerInnen möglicherweise bereits im Physikunterricht das Thema Elektrizität behandelt und haben daher bereits ein bestimmtes Wissen zum behandelten Stoff. Andererseits könnte es auch sein, dass die SchülerInnen aus anderen Quellen (Internet, Fernsehen, etc.) bereits etwas zu diesem Thema vor der Unterrichtseinheit erfahren haben. Diese Vorwissensbestände wurden mit dem Übungsblatt abgeprüft.

Das Übungsblatt bestand dabei aus drei Aufgaben: In der ersten Aufgabe bekamen die SchülerInnen drei Bilder präsentiert (Münzen, Plastik und Wasser) und sie mussten ankreuzen, ob die jeweiligen Materialien elektrischen Strom leiten oder nicht. Da die Überprüfung der Leitfähigkeit das zentrale Thema der Stunde war, hatte diese Aufgabe eine besondere Wichtigkeit.

Die zweite Aufgabe, die die SchülerInnen bearbeiten mussten, behandelte den Stromkreis. Sie mussten dabei ankreuzen, welche Elemente zum Stromkreis gehören und welche nicht. Abschließend waren noch drei einfache Stromkreise abgebildet, die jeweils in irgendeiner Form unterbrochen waren. Sie mussten dabei ankreuzen, in welchen Fällen die abgebildete Glühbirne trotzdem leuchtet und wo nicht.

Es wurde den SchülerInnen zu keinem Zeitpunkt gesagt, dass es sich hierbei um eine Testung handelt. Um die SchülerInnen nicht unter Druck zu setzen, wurde ihnen vermittelt, dass es sich hierbei um ein Übungsblatt handelt und es nicht weiter schlimm sei, wenn sie etwas nicht wissen oder falsch ausfüllen. Dadurch sollte sichergestellt werden, dass die Ergebnisse nicht verfälscht werden.

5.2.2 Allgemeiner Ablauf

Nun sei der grundsätzliche Ablauf der Unterrichtseinheit, wie sie in beiden Klassen durchgeführt wurde, skizziert. Theoretisch beschrieben wurde der geplante Ablauf bereits in einem vorherigen Kapitel (vgl. Abschnitt 4.4), weshalb nun hier vorwiegend auf die konkrete Durchführung eingegangen werden soll.

Wie bereits zuvor erwähnt wurde, hat die Unterrichtseinheit mit der Durchführung eines Pre-Test begonnen, um das Vorwissen der SchülerInnen abzu prüfen. Nach diesem Pre-Test wurden die BBC micro:bits an die SchülerInnen ausgegeben. Es erhielt dabei jede/r SchülerIn ein Gerät, damit diese selbstständig arbeiten konnten. Danach wurde gemeinsam mit den SchülerInnen ein erstes kleines Testprogramm am micro:bit erstellt. Es wurde dabei am Beamer vorgezeigt, wie die Programmieroberfläche zu finden ist und wie man ein Programm vom Computer auf

den micro:bit überträgt. Das Programm selbst bestand nur aus einem einfachen ‚Hallo‘, das in einer Dauerschleife am LED-Display des micro:bit angezeigt werden sollte.

Nach dieser kleinen Einführung mit dem micro:bit ging es zum eigentlichen Teil des Beispiels über: Das erste Übungsblatt wurde ausgegeben. Die SchülerInnen hatten die Aufgabe ein Programm zu schreiben, dass man mit dem micro:bit die Leitfähigkeit von Gegenständen messen konnte. Einige SchülerInnen hatten kleinere Probleme dabei, weshalb die Lehrpersonen bei Bedarf unterstützend eingriffen. Besonders in der Klasse 3b war es zusätzlich auch erforderlich, unterstützend Elemente am Beamer vorzuzeigen. Das erste Übungsblatt wurde von den SchülerInnen in Summe aber recht schnell absolviert, weshalb schon bald mit den Experimenten rund um die Leitfähigkeit begonnen werden konnte. Man merkte insbesondere bei den Experimenten ein großes Interesse der SchülerInnen. Von ihnen wurden unterschiedlichste Materialien getestet und nach einiger Zeit wurde das nächste Übungsblatt ausgegeben, bei dem die SchülerInnen nun die Aufgabe hatten, ein Programm für den micro:bit zu schreiben, das misst, wie stark ein bestimmter Stoff Strom leitet.

Beim zweiten Übungsblatt stand nach dem Programmieren insbesondere das Experimentieren mit der Blumenerde im Fokus: Dieser Part markierte wohl in beiden Klassen das ‚Highlight‘ der Stunde, da hierbei alle SchülerInnen sehr großes Interesse und eine enorme Experimentierfreudigkeit zeigten. Nach einiger Zeit konnten die schnelleren SchülerInnen (vor allem in der Klasse 3a) noch das dritte Übungsblatt bearbeiten, bei dem es um die Stromversorgung eines Lämpchens mithilfe des micro:bit ging.

Im Zuge dieses dritten Übungsblatts erhielten die SchülerInnen ein Lämpchen, welches sie an den micro:bit anschließen sollten, um daraufhin ein Programm zu schreiben, das dieses Lämpchen zum Leuchten bringen sollte. Schnelle SchülerInnen konnten diese Übung sogar noch fortführen, indem sie das Lämpchen nicht nur zum Leuchten bringen sollten, sondern dieses auch blinken lassen sollten. Als letzte Erweiterungsaufgabe war es noch möglich, eine Art Ampel mit dem micro:bit zu erzeugen, allerdings erprobten aus Zeitgründen nur sehr wenige SchülerInnen diese Aufgabenstellung.

5.2.3 Post-Test

Nachdem die Unterrichtseinheit beendet wurde, fand der Post-Test statt. Bei diesem wurde wiederum ein Übungsblatt an die SchülerInnen ausgegeben, das verschiedene Aufgaben beinhaltete.²⁰⁹ Die Aufgaben hatten das Ziel zu überprüfen, ob in dieser Stunde ein Lernerfolg der SchülerInnen verzeichnet werden konnte.

Zu diesem Zweck waren die ersten drei Aufgaben des Post-Tests quasi identisch mit jenen des Pre-Tests – dies diente dazu, um zu überprüfen, ob es eine Veränderung durch die Unterrichtseinheit gab. Bei der Aufgabe 2, wo es darum geht, die Elemente des Stromkreises zu bestimmen, wurde allerdings eine Steigerung des Schwierigkeitsgrads gegenüber dem Pre-Test vorgenommen: Während beim Pre-Test die Elemente des Stromkreises lediglich anzukreuzen waren, mussten diese nun im Rahmen einer Freitextfrage selbstständig aufgezählt werden. Des Weiteren musste (grob) ein Stromkreis von den SchülerInnen aufgezeichnet werden.

Neben diesen drei Aufgaben gab es am Post-Test gegenüber dem Pre-Test noch zwei zusätzliche Aufgaben, die den micro:bit selbst behandelten. Bei einer Aufgabe musste eingezeichnet werden, welche Pins zum Erzeugen eines Stromkreises mit dem micro:bit benötigt werden. Bei der anderen Aufgabe musste eine Zuordnung getroffen werden: Auf der einen Seite fanden sich Elemente des Stromkreises und auf der anderen Teile bzw. Bestandteile rund um den BBC micro:bit. Die SchülerInnen mussten zuordnen, welcher Bestandteil des micro:bit für welches Element des Stromkreises steht.

Die Ergebnisse des Post-Tests wurden im Anschluss mit jenen des Pre-Tests verglichen. Die genaue Auswertung dazu findet sich im folgenden Unterkapitel. Wie auch beim Pre-Test wurde den SchülerInnen zu keinem Zeitpunkt gesagt, dass es sich hierbei um eine Testung handelt, es wurde immer lediglich von einem Übungsblatt gesprochen, um die Kinder nicht unter Druck zu setzen und die Ergebnisse nicht zu verfälschen.

5.2.4 Fragebogen

Als Abschluss der Einheit wurde ein Fragebogen an die SchülerInnen ausgegeben²¹⁰, der einige Eindrücke der Stunde abfragt, die sich durch reine Beobachtungen nicht ableiten lassen. So wurde unter anderem abgefragt, ob das Beispiel zu schwer war oder ob die eingeplante Zeit

²⁰⁹ Vgl. *Übungsblatt für Post-Test*, S. 139-140 im Anhang dieser Arbeit.

²¹⁰ Vgl. *Abschließender Fragebogen für SchülerInnen*, S. 141-142 im Anhang dieser Arbeit.

angemessen war. Es wurden auch das generelle Interesse und der generelle Eindruck zur Stunde abgefragt.

Besonders im Fokus dieser Diplomarbeit liegt der fächerintegrative Ansatz – auch hierzu finden sich Fragen im Fragebogen. So wurden die SchülerInnen unter anderem gefragt, ob sie den fächerintegrativen Ansatz gut fanden, ob sie sich mehr fächerintegrativen Unterricht (über alle Fächer verteilt) wünschen und ob sie den eben stattgefundenen Unterricht eher als Informatik- oder als Physikunterricht empfunden haben. Die Fragen wurden dabei altersgerecht formuliert und die Antwortmöglichkeiten – soweit möglich – durch Smileys ausgedrückt, um verlässlichere Ergebnisse zu erhalten. Die SchülerInnen hatten abschließend auch noch die Möglichkeit, weitere (positive wie negative) Anmerkungen zum Unterrichtsbeispiel im Rahmen einer Freitextfrage anzugeben. Der verwendete Fragebogen befindet sich im Anhang dieser Diplomarbeit.

5.3 Ergebnisse

Im folgenden Teil finden sich die ausgewerteten Ergebnisse der Praxiseinsätze aus beiden Klassen. Dabei sollen insbesondere die beiden zentralen Forschungsfragen ‚Sind die konzipierten Beispiele praktisch umsetzbar?‘ und ‚Funktioniert der fächerintegrative Ansatz?‘ diskutiert und beantwortet werden (vgl. dazu auch Abschnitt 4.1). Es werden dabei auch noch weitere Punkte, wie der Genderaspekt analysiert, sodass die Ergebnisse aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden können.

5.3.1 Grundsätzliche Durchführbarkeit

Der erste Aspekt, der betrachtet werden soll, betrifft die erste aufgestellte Forschungsfrage: ‚Sind die konzipierten Beispiele praktisch umsetzbar?‘ Hierbei können weniger die Daten des Fragebogens und der Pre- und Post-Testung herangezogen werden, stattdessen ist hier besonders die Beobachtung der SchülerInnen und die anschließende Diskussion mit der erfahrenen Lehrperson für die Beantwortung dieser Frage relevant.

Nach dem Einsatz des Beispiels in zwei unterschiedlichen Klassen kann die Frage nach der grundsätzlichen Durchführbarkeit mit einem ‚ja‘ beantwortet werden. Die eigenen Beobachtungen haben gezeigt, dass die SchülerInnen sich sehr schnell mit dem BBC micro:bit zurecht fanden und auch generell ein großes Interesse daran zeigten, die vorgegebenen Übungen zu

lösen. Auch aus technischer Hinsicht ist die Durchführung solcher Beispiele für eine Regelschule kein Problem, da lediglich Computer und die entsprechenden micro:bits für die Umsetzung benötigt werden.

Die anwesende Lehrperson, die bei den Unterrichtseinheiten als Unterstützung fungierte, empfand diese ebenfalls als sehr positiv. Insbesondere merkte diese die haptische Ebene, die beim Einsatz des micro:bit ins Spiel kommt, als Bereicherung für die SchülerInnen an.

Es gab allerdings bezüglich der allgemeinen Durchführung auch einige Anmerkungen von der Lehrperson: So wurde der allgemeine Aufwand des Beispiels kritisch beäugt. Dies ließ sich auch seitens des Autors dieser Arbeit in den Beobachtungen feststellen: Es war generell sehr viel vorzubereiten (Mitnahme von diversen Materialien, viele Arbeitsblätter, etc.), sodass sicherlich für den Einsatz im Regelunterricht die Frage gestellt werden sollte, ob man hier den allgemeinen Aufwand nicht etwas reduzieren sollte. In Bezug auf den Aufwand wurde von der Lehrperson auch noch der Zeitaufwand kritisch angemerkt: Inklusive der Vor- und Nachbereitungsarbeiten dauerte die Unterrichtseinheit in beiden Klassen 2 bis 2,5 Schulstunden. Im Regelunterricht ist es allerdings sehr selten der Fall, dass man ein so großes Stundenkontingent – insbesondere in der Sekundarstufe I – am Stück zur Verfügung hat. Auch in dieser Hinsicht ist es sicherlich diskutabel, den Aufwand zu reduzieren.

Abschließend sei bezüglich der allgemeinen Durchführung anzumerken, dass beide Klassen, in denen das Beispiel getestet wurde, Informatik als unverbindliche Übung besuchen. Man kann also tendenziell eher davon ausgehen, dass es sich hierbei um SchülerInnen handelt, die ein recht hohes Interesse am Fach an sich haben und daher wohl auch offener für neue Unterrichtskonzepte wie das durchgeführte waren. Die anwesende Lehrperson merkte in dieser Hinsicht an, dass es insbesondere bei ‚schwierigeren Klassen‘ möglicherweise notwendig ist, die Ablaufstruktur des Beispiels noch etwas zu schärfen. Die Beispiele sind alle in einem sehr offenen Setting angelegt und forcieren die selbstständige Arbeit der SchülerInnen. Wie die Lehrperson allerdings – wohl berechtigterweise – anmerkte, könnte es gerade durch dieses offene Setting zu Problemen kommen und es könnte dazu führen, dass die Unterrichtseinheit sogar etwas außer Kontrolle geraten könnte. Seinerseits wurde dabei der Vorschlag vorgebracht, bei Klassen, wo ein offenes Setting zu Problemen führen könnte, das Beispiel so zu organisieren, dass alle SchülerInnen in einem Zeitraum das Gleiche machen (z. B. in einem Zeitraum programmieren alle SchülerInnen, daraufhin experimentieren alle SchülerInnen).

Zusammenfassend sei bezüglich der grundsätzlichen Durchführbarkeit allerdings gesagt, dass die Praxiseinsätze durchaus gezeigt haben, dass sowohl das offene Unterrichtssetting als auch die Arbeit mit dem micro:bit auf jeden Fall funktioniert. Allerdings gibt es noch Raum für Verbesserungen und Änderungen sind für zukünftige Einsätze sicherlich überlegenswert.

5.3.2 Fächerintegrativer Aspekt

Im folgenden Abschnitt soll nun die zweite zentrale Forschungsfrage, die aufgestellt wurde, beantwortet werden. Diese lautet: ‚Funktioniert der fächerintegrative Ansatz?‘

Ein besonders starker Kritikpunkt bei fächerintegrativen bzw. fächerübergreifenden Unterricht ist oft, dass ein Fach stark dominiert, während das andere wiederum etwas in den Hintergrund rückt. Aufgrund dessen wurde im Rahmen des Praxiseinsatzes versucht, mittels Zeitmessung festzustellen, wieviel Zeit im fächerintegrativen Unterricht für den Informatikunterricht bleibt und wie viel für das andere Fach (in diesem Fall Physik) verwendet wird. Das Ergebnis (beide Klassen zusammengefasst) wird in Abbildung 11 dargestellt:

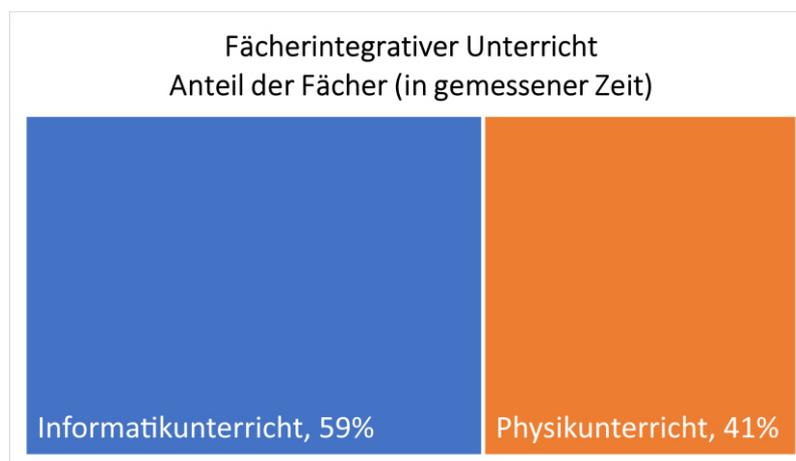


Abbildung 11: Anteil der Fächer im fächerintegrativen Unterricht

Wie hier auf der Grafik ersichtlich ist, war der Informatikteil des Unterrichts (in gemessenen Minuten) im Verhältnis in beiden Klassen dominanter als der Physikteil (59% vs. 41%). Da die Unterrichtseinheit im Rahmen des Informatikunterrichts stattgefunden hat, ist dieses Verhältnis wohl in Ordnung – das Ziel soll es schlussendlich sein, dass das Fach in dem der Unterricht stattfindet, stärker vertreten sein sollte. Allerdings muss dabei angemerkt werden, dass wenn die Unterrichtseinheit im Physikunterricht stattgefunden hätte, sich wohl kaum ein anderes Bild bezüglich der Verteilung ergeben hätte. Es muss also angemerkt werden, dass bei den erstellten fächerintegrativen Beispielen mit dem BBC micro:bit der Informatikteil wohl zumeist zeitintensiver als der Teil des anderen Faches sein dürfte.

Im Rahmen des Fragebogens wurden die SchülerInnen des Weiteren auch befragt, ob sie die durchgeführte Einheit eher als Physik- oder als Informatikeinheit wahrgenommen haben. Das Ergebnis (beide Klassen zusammengefasst) findet sich in Abbildung 12:

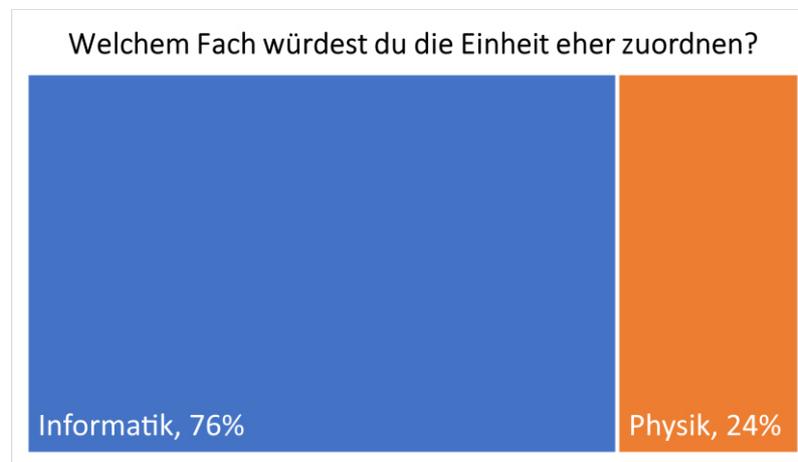


Abbildung 12: Fachzuordnung der Unterrichtseinheit durch die SchülerInnen

Bei dieser Frage zeigte sich deutlich, dass die SchülerInnen die durchgeführte Einheit eher als Informatik- und weniger als Physikunterricht empfunden haben. Grundsätzlich sei allerdings angemerkt, dass die Beispiele eher so konzipiert waren, dass sie ein Fach (z. B. Physik) im Fokus haben und die informatischen Kompetenzen mitintegriert werden. Es könnte sein, dass der Umstand, dass die Einheit im Informatikunterricht stattgefunden hat, die Ergebnisse etwas beeinflusst hat, allerdings zeigt sich auch hier, dass der Informatikteil des fächerintegrativen Unterrichts als dominanter wahrgenommen wurde.

Es wurden noch weitere Aspekte hinsichtlich des fächerintegrativen Ansatzes abgefragt (vgl. auch die detaillierten Ergebnisse im Anhang) – hierbei zeigte sich, dass die meisten SchülerInnen sich tendenziell mehr fächerübergreifenden Unterricht wünschen. Die meisten SchülerInnen haben es auch für gut befunden, dass der Physikunterricht mit dem Informatikunterricht verbunden wurde, selbst wenn es hier auch einige ablehnende Stimmen gab.

Grundsätzlich sei also gesagt, dass der fächerintegrative Ansatz durchaus funktionieren kann. Dies wird insbesondere auch im nächsten Unterkapitel ersichtlich, wo die Lernergebnisse der SchülerInnen präsentiert werden. Allerdings gibt es hinsichtlich des fächerintegrativen Ansatzes auch einige Problemfelder. Diese lassen sich wohl vor allem in zwei Bereiche einteilen: Einerseits das Problem des Zeitanteils – zumeist ist ein Fach dominanter, wie auch der Praxiseinsatz mit dem micro:bit ergeben hat. Hier könnten für zukünftige Einsätze allenfalls die Beispiele noch etwas adaptiert werden, damit die Fächer noch stärker ins Gleichgewicht gebracht werden können.

Das zweite große Problemfeld des fächerintegrativen Unterrichts ist die fachliche Kompetenz der Lehrkräfte: Die Lehrpersonen sind ExpertInnen in ihren eigenen Fachgebieten, wissen aber oftmals über die Inhalte anderer Fächer nur oberflächlich Bescheid. Dies geht in beide Richtungen: Einerseits weiß der/die Physikkollege/-kollegin möglicherweise kaum etwas über das Programmieren und andererseits verfügt die Lehrperson, die für Informatik zuständig ist, möglicherweise nicht ausreichend Wissen zum Thema Stromkreis.

Ein solches Problem tauchte auch beim Praxiseinsatz in der Klasse 3a auf: Eine Schülerin fragte den Autor der Diplomarbeit eine detaillierte Frage zu einem physikalischen Thema. Aufgrund seiner Ausbildung (Lehramtsstudium in Deutsch und Informatik) wusste der Diplomand die Antwort einfach nicht. Solche Probleme können dann auch im Regelunterricht bei fächerintegrativen Unterrichtsformen ständig vorkommen, weshalb dringend angeraten sei, dass fächerintegrativer Unterricht im Rahmen der digitalen Grundbildung möglichst in Teamteaching mit dem jeweiligen Fachkollegen/der jeweiligen Fachkollegin und der/dem InformatiklehrerIn stattfinden soll. Nur so kann vollständig gewährleistet werden, dass beide Fächer auch inhaltlich vollständig und adäquat abgedeckt werden können.

5.3.3 Lernerfolg

Im folgenden Abschnitt soll nun der Lernerfolg der SchülerInnen durch die Unterrichtseinheit beurteilt werden. Es soll dadurch überprüft werden können, ob die Lehr- und Lernziele (vgl. dazu auch Abschnitt 4.4.2), die für das Unterrichtsbeispiel aufgestellt wurden, erreicht wurden. Dies wurde, wie bereits erwähnt, hauptsächlich mittels der Durchführung der Pre- und Post-Tests erhoben. Des Weiteren wurden, insbesondere bei Betrachtung, ob Informatikkenntnisse erworben wurden, auch die Beobachtungen der Unterrichtseinheit bei der Auswertung herangezogen.

Es ist dabei wichtig zu erwähnen, dass der Post-Test etwas umfangreicher als der Pre-Test gestaltet war und zusätzlich noch einige Fragen zum micro:bit selbst beinhaltete, die nicht in direktem Zusammenhang mit dem Unterrichtsfach Physik stehen. Da diese Evaluation allerdings vorwiegend darauf abzielt, zu ermitteln, ob die SchülerInnen etwas in Physik gelernt haben, da der fächerintegrative Ansatz im Fokus steht und dieses Fach in den Informatikunterricht integriert wurde, wurden hier nur die Ergebnisse jener Fragen für die Auswertung verwendet, die in direkter Korrelation zu jenen im Pre-Test stehen. Somit können die Ergebnisse direkt miteinander verglichen werden. Die vollständigen Ergebnisse, wo auch die Testergebnisse mit den

zusätzlichen Fragen zum BBC micro:bit zu finden sind, befinden sich allerdings im Anhang dieser Diplomarbeit den Seiten 143-150. Die Ergebnisse der Klassen sollen nun zuerst getrennt voneinander betrachtet werden. Die Ergebnisse des Pre-Tests in der Klasse 3 werden in Abbildung 13 dargestellt:

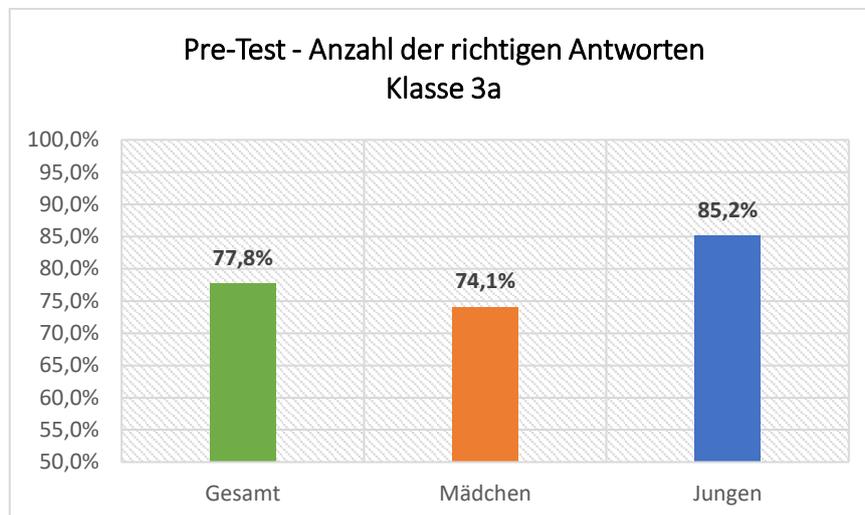


Abbildung 13: Pre-Test-Ergebnisse der Klasse 3a

Wie sich hier zeigte, waren in der Klasse 3a die Vorwissensbestände der SchülerInnen zum Thema Elektrizität bereits sehr groß; die Ergebnisse waren insgesamt bereits hier sehr positiv. Dennoch zeichnete sich eine etwas stärkere Leistung der Jungen ab – diese schnitten beim Pre-Test um 11,1% besser als die Mädchen ab.

Nach dem Ende des Unterrichts wurde der Post-Test in der 3a durchgeführt. Die Ergebnisse von diesem sollen jenen des Pre-Tests gegenübergestellt werden, um zu sehen, ob sich die SchülerInnen verbessert haben. Das Ergebnis des Post-Tests in dieser Klasse zeigt sich in Abbildung 14:

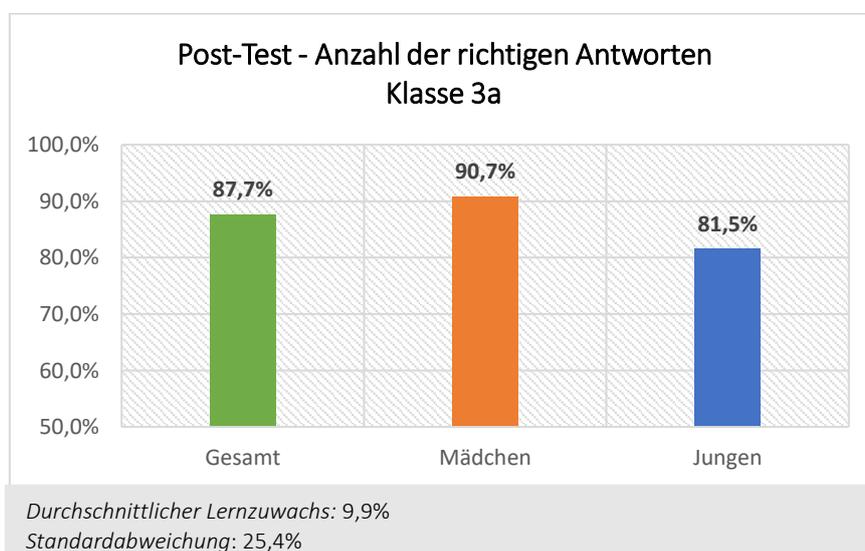


Abbildung 14: Post-Test-Ergebnisse der Klasse 3a

Zuerst sei zu den Post-Test-Ergebnissen gegenüber jenen des Pre-Tests in der 3a gesagt, dass es einen allgemeinen Lernzuwachs gab: Gegenüber dem Pre-Test verbesserten sich die SchülerInnen im Schnitt um 9,9%. Da es allerdings jede der getesteten Klassen nur sehr wenige SchülerInnen umfasst, gibt es hier in diesem Fall bei der 3a eine recht hohe Standardabweichung von 25,4%. Besonders bemerkenswert beim Post-Test-Ergebnis ist das Abschneiden der Mädchen: Während beim Pre-Test die Jungen deutlich stärker waren (74,1% bei den Mädchen vs. 85,2% bei den Jungen) drehte sich dies bei den Post-Test-Ergebnissen vollkommen. Während die Jungen hier sogar ein paar Prozentpunkte schwächer als im Pre-Test waren, gab es bei den Mädchen eine signifikante Leistungssteigerung um 16,6% auf 90,7%.

Diese Leistungssteigerung könnte so interpretiert werden, dass die Mädchen aus der Unterrichtseinheit in der 3a mehr mitnehmen konnten, als dies bei den Jungen der Fall war. Dies zeigten auch die subjektiven Beobachtungen während der Einheit – es fiel auf, dass in der 3a die Mädchen am Unterrichtsbeispiel etwas interessierter als die Jungen wirkten.

Die gleichen Testungen wurden auch in der Klasse 3b durchgeführt. Auch hier wurden wiederum ein Pre- und ein Post-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Pre-Tests werden in Abbildung 15 dargestellt:

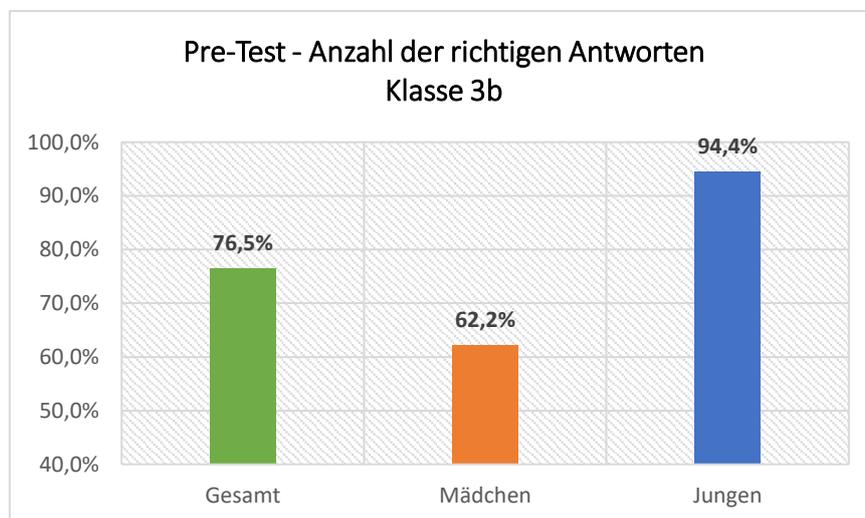


Abbildung 15: Pre-Test-Ergebnisse der Klasse 3b

Wie auch in der Klasse 3a zeigte sich in der Klasse 3b, dass die Vorwissensbestände zum Thema Elektrizität bereits recht hoch waren – beim gesamten Ergebnis unterscheiden sich beide Klassen kaum. Allerdings zeigte sich im Gegensatz zur 3a, dass hier in der 3b die Mädchen wesentlich stärker gegenüber den Jungen abfallen – die Jungen schnitten beim Pre-Test um 32,2% besser als die Mädchen ab.

Am Ende der Einheit wurde in der 3b wie auch in der 3a ein Post-Test durchgeführt, die Ergebnisse finden sich in Abbildung 16:

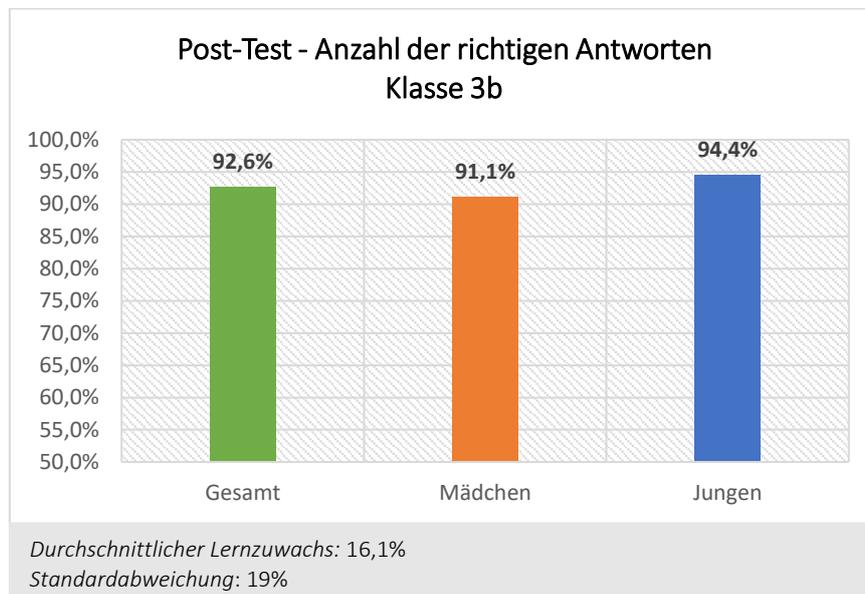


Abbildung 16: Post-Test-Ergebnisse der Klasse 3b

Wie auch in der Klasse 3a gab es in der Klasse 3b einen allgemeinen Lernzuwachs: Durchschnittlich verbesserten sich die SchülerInnen um 16,1%. Die Standardabweichung ist allerdings auch in dieser Klasse mit 19% recht hoch. Gegenüber den Pre-Test-Ergebnissen fällt auf, dass es bei den Jungen keinerlei Veränderung gab – diese hatten beim Pre-Test schon ein exzellentes Ergebnis mit 94,4% an richtigen Antworten und konnten sich durch die Einheit auch nicht mehr verbessern. Sehr überraschend ist allerdings das Ergebnis der Mädchen: Während diese beim Pre-Test stark gegenüber den Jungen mit ‚nur‘ 62,2% an richtigen Antworten abgefallen sind, haben sich diese beim Post-Test stark verbessert. Sie verbesserten sich um 28,9% auf insgesamt 91,1% an richtigen Antworten. Sie konnten damit sogar beinahe mit den Jungen gleichziehen (Differenz 3,3%). Wie in der Klasse 3a ist also auch in der Klasse 3b ein signifikanter Leistungszuwachs der Mädchen festzustellen.

Abschließend sollen nun auch nochmals die Ergebnisse beider Klassen gesammelt und die Pre- und Post-Test-Ergebnisse gegenübergestellt werden. Die gesammelten Pre-Test-Ergebnisse zum Unterrichtsbeispiel zeigen sich in Abbildung 17:

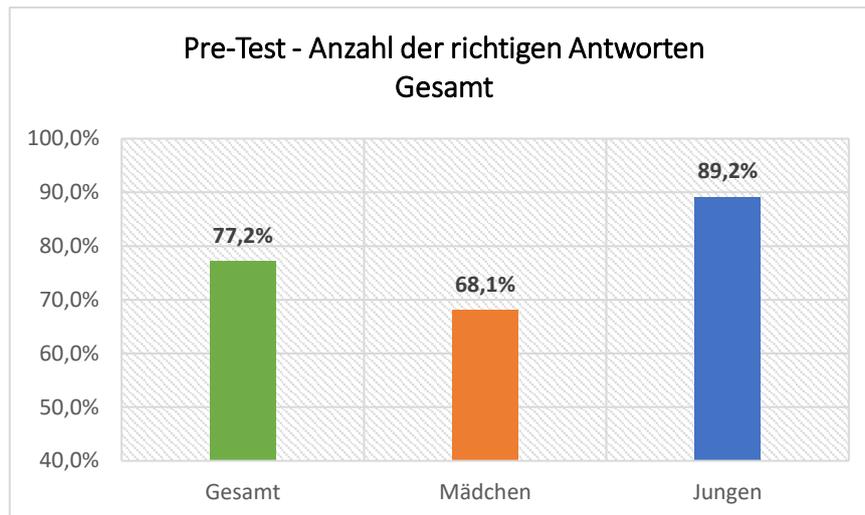


Abbildung 17: gesamte Pre-Test Ergebnisse

Wenn man die Daten aus beiden Klassen zusammengefasst betrachtet, zeigen sich wiederum vor allem zwei Dinge: Einerseits war das Vorwissen der SchülerInnen zum Thema Stromkreis und Leitfähigkeit recht hoch. Andererseits brachten die Jungen gegenüber den Mädchen ein erhöhtes Vorwissen mit – die Jungen schnitten um 21,1% besser als die Mädchen ab.

Nun folgend sollen noch die gesammelten Post-Test-Ergebnisse betrachtet werden. Diese werden in Abbildung 18 dargestellt:

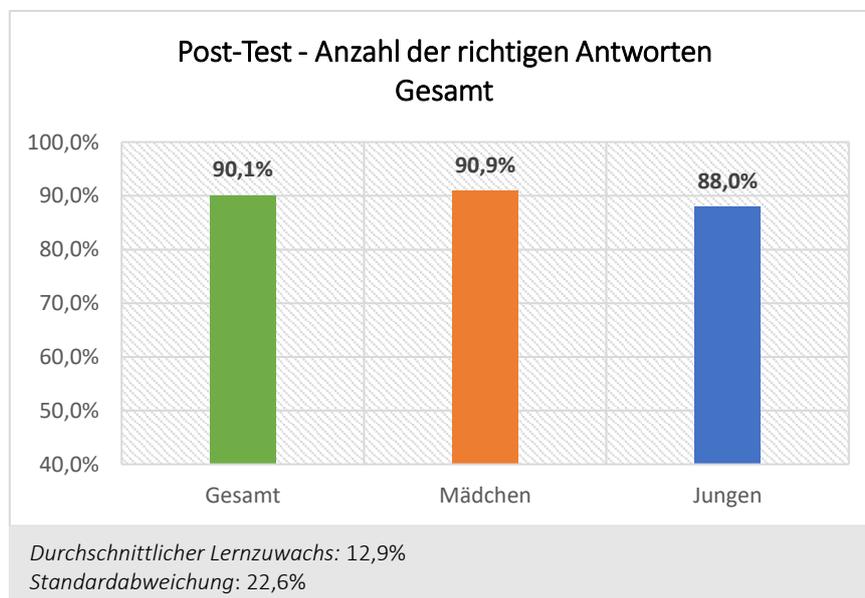


Abbildung 18: gesamte Post-Test-Ergebnisse

Insgesamt zeigte sich, dass durch die Durchführung des Beispiels ein Lernzuwachs von 12,9% erzielt werden konnte. Die Ergebnisse beider Geschlechter sind dabei sehr positiv. Besonders beeindruckend ist das Ergebnis der Mädchen: Während die Jungen stagnierten und sich sogar in Summe leicht verschlechterten, konnten die Mädchen stark zulegen. Sie verbesserten sich

von 68,1% um 22,8% auf insgesamt 90,9% an richtigen Antworten. Sie konnten damit sogar die Jungen leicht überholen (Differenz 2,9%).

Nachdem nun die Lernerfolge im Bereich Physik, die mittels des Vergleichs von Pre- und Post-Test nachgewiesen werden konnten, analysiert wurden, soll nun auch diskutiert werden, was die SchülerInnen im Bereich der Informatik durch die Unterrichtseinheit gelernt haben. Da dies in den Testungen selbst nicht abgefragt wurde, können hier vor allem die Beobachtungen der Einheit herangezogen werden. Hier ist besonders zu bemerken, dass die SchülerInnen noch nie zuvor mit dem Programmieren zu tun hatten und diese somit vor eine völlig neue Herausforderung gestellt wurden. So gelang es den meisten SchülerInnen, die Arbeitsblätter selbstständig zu lösen – hierbei war die Verwendung von Programmierkonzepten wie Abfragen und Schleifen vonnöten. Es war generell zu beobachten, dass sich die SchülerInnen sehr schnell mit der Programmierumgebung des micro:bit zurechtgefunden haben und auch schnell ein gewisses Grundverständnis für die Programmlogik entwickelt haben. Dies wird natürlich durch den Einsatz der visuellen Entwicklungsumgebung, die durch den BBC micro:bit zur Verfügung gestellt wird, begünstigt. Man kann also konstatieren, dass die SchülerInnen im Bereich der Informatik definitiv ein grundlegendes Verständnis für verschiedene Elemente des Programmierens (Programmabläufe, aber auch für zentrale Konzepte wie Variablen, Abfragen und Schleifen) durch die Unterrichtseinheit erworben haben. Es kann des Weiteren vermutet werden, dass durch den Einsatz des micro:bit ein besseres Verständnis für das Zusammenspiel zwischen Hardware und Software hergestellt werden konnte.

Zusammenfassend sei also gesagt, dass durch den Einsatz des fächerintegrativen Beispiels mit dem micro:bit definitiv ein Lernerfolg für beide Unterrichtsgegenstände erzielt werden konnte. Besonders signifikant zeigte sich dies im Bereich Physik bei den Mädchen – diese konnten sich in beiden Klassen durch die Unterrichtseinheit klar steigern und haben hier einen sichtbaren Lernerfolg erzielen können.

5.3.4 Interesse der SchülerInnen

Das Interesse der SchülerInnen am Unterrichtsbeispiel einerseits und am generellen Arbeiten mit dem micro:bit andererseits soll nun evaluiert werden. Hierzu können vor allem die Beobachtungen in den Einheiten und die Auswertung der Fragebögen herangezogen werden.

Grundsätzlich sei zu Beginn angemerkt, dass beide Klassen noch nie mit dem micro:bit gearbeitet und die meisten SchülerInnen wohl auch noch nie von diesem Gerät gehört hatten. Der

Neuheitsfaktor war also sehr hoch und dementsprechend war auch das beobachtete Interesse der SchülerInnen am micro:bit sehr hoch – es war in beiden Klassen eine starke Experimentierfreudigkeit zu sehen. Demensprechend positiv waren auch die Ergebnisse des Fragebogens zu dieser Thematik: Hier wurde unter anderem abgefragt, wie sehr den SchülerInnen das Arbeiten mit dem micro:bit gefallen hat. Die Ergebnisse bei dieser Frage waren in beiden Klassen sehr ähnlich. Beide Klassen hatten große Freude daran, mit dem micro:bit zu arbeiten: In der Klasse 3a gaben 78% an, dass ihnen das Arbeiten mit dem micro:bit ‚sehr gut‘ und 22%, dass es ihnen ‚eher gut‘ gefallen hat. Ein ähnliches Bild zeigte sich auch in der 3b, dort zeigten die Resultate, dass 56% das Arbeiten mit dem micro:bit als ‚sehr gut‘ empfanden und 44% zumindest als ‚eher gut‘.

Neben dem Arbeiten mit dem micro:bit wurde auch abgefragt, wie den SchülerInnen das Beispiel (und auch der gesamte Unterricht) gefallen hat. Auch hier zeigten sich sehr positive Ergebnisse, wie auch Abbildung 19 (die Daten aus beiden Klassen wurden zusammengefasst) zeigt:

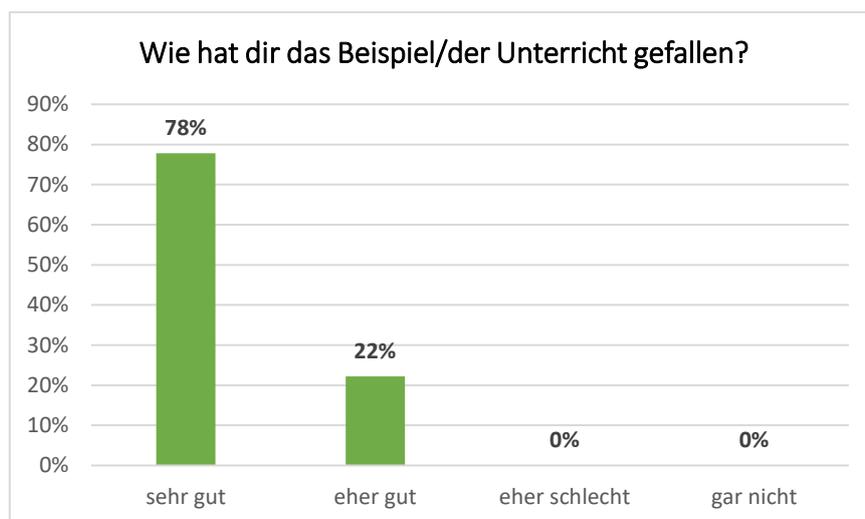


Abbildung 19: Anklang des Beispiels bei den SchülerInnen

Wie man auch in Abbildung 19 erkennen kann, hat beiden Klassen der Unterricht sehr gut gefallen; dies war auch in den Beobachtungen bemerkbar. Wie im nächsten Unterkapitel noch genauer beschrieben wird, wurden dabei mit dem Beispiel Jungen und Mädchen gleichermaßen angesprochen, wobei das Interesse der Mädchen laut den Fragebögen sogar noch etwas höher als jenes der Jungen war.

Bezüglich des Interesses der SchülerInnen kann also abschließend gesagt werden, dass fächer-integrative Unterrichtsbeispiele mit dem micro:bit durchaus Begeisterung bei den SchülerInnen

auslösen können. Es ist allerdings schwierig dabei zu prognostizieren, inwieweit der Neuheits-effekt das Ergebnis positiv beeinflusst hat und inwiefern das Interesse abnehmen könnte, wenn mit dem micro:bit und solchen Beispielen häufiger im Regelunterricht gearbeitet wird.

5.3.5 Genderaspekte

Als nächster zentraler Punkt dieser Evaluation sollen die Genderaspekte des Unterrichtsbeispiels betrachtet werden. In Bezug auf Informatik gibt es oftmals eine gewisse Dominanz der Jungen, weshalb insbesondere auch das Ansprechen der Mädchen ein großes Anliegen bei der Erstellung der Beispiele dieser Diplomarbeit war.

Wie bereits erwähnt wurde, war in den subjektiven Beobachtungen das Interesse der Mädchen tendenziell etwas größer als jenes der Jungen. In den Fragebögen, in denen abgefragt wurde, wie sehr den SchülerInnen das Beispiel gefallen hat, lieferten Mädchen und Jungen beide positive Ergebnisse, wie auch die Abbildungen 20 und 21 zeigen (die Daten wurden aus beiden Klassen zusammengefasst):

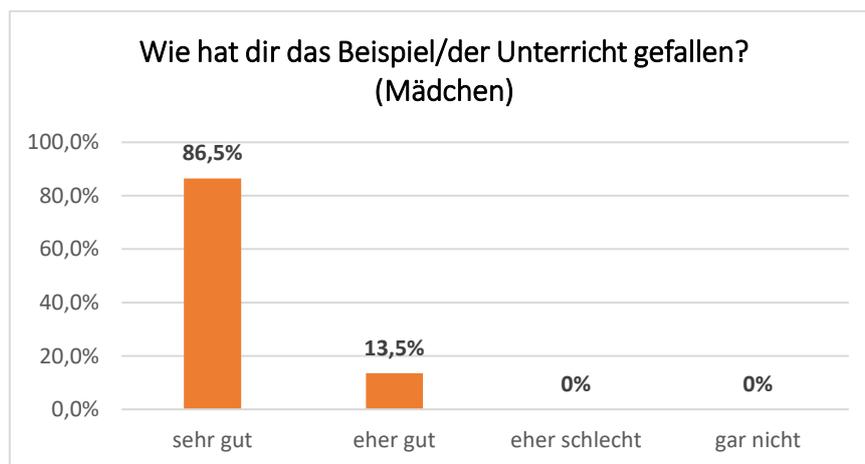


Abbildung 20: Anklang des Beispiels bei den Mädchen

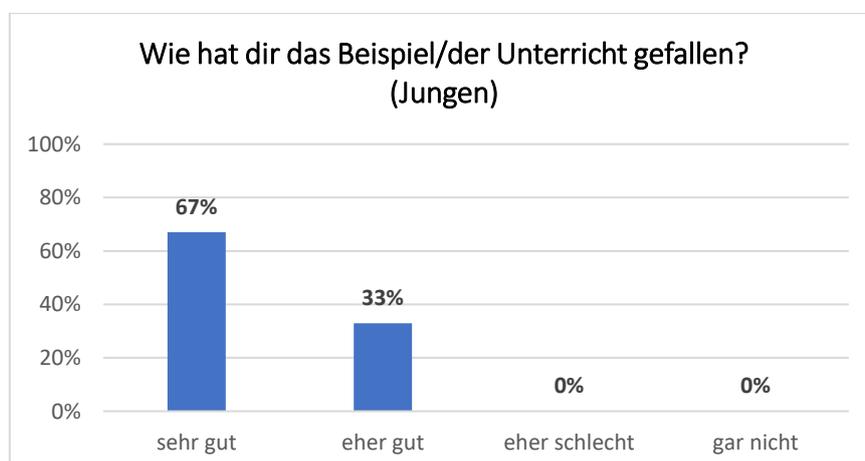


Abbildung 21: Anklang des Beispiels bei den Jungen

Beim Interesse zeigte sich, dass grundsätzlich beide Geschlechter mit dem Beispiel gut angesprochen wurden, was auch das Ziel bei der Erstellung der Unterrichtsbeispiele war. Bezüglich des Genderaspekts ließ sich feststellen, dass die Mädchen sogar noch etwas mehr Gefallen am Beispiel bzw. dem Unterricht als die Jungen gefunden haben.

Besonders interessant im Rahmen der Analyse der Genderthematik sind auch die Ergebnisse der Pre- und Post-Tests. Hier zeigte sich, dass in beiden Klassen die Mädchen eine deutlich stärkere Leistungssteigerung als die Jungen zeigten (vgl. auch Abschnitt 5.3.3). Es kann daher aus Gendersicht schlussgefolgert werden, dass die Mädchen aus dem Unterricht mit dem micro:bit mehr mitnehmen konnten, als die Jungen. Es muss natürlich aber angemerkt werden, dass auch die Jungen sehr gute Ergebnisse abgeliefert haben, es allerdings bei diesen beim Post-Test keinen signifikanten Leistungsanstieg gegenüber dem Pre-Test gab.

Zusammenfassend sei gesagt, dass im Rahmen dieser Erhebungen festgestellt werden konnte, dass es sehr wohl durch dieses Beispiel gelungen ist, Mädchen und Jungen gleichermaßen anzusprechen. Dies zeigte sich auch bei den Leistungen beider Geschlechter, die auf beiden Seiten als sehr positiv zu bezeichnen sind. Es konnte also gezeigt werden, dass dieser momentan vorherrschende ‚Gender-Gap‘ in der Informatik keineswegs zwingend vorhanden sein muss und dass Mädchen bei richtigen Inhalten genauso vom Informatikunterricht begeistert werden können, wie vergleichbare Jungen in ihrem Alter.

5.3.6 Schwierigkeitsgrad und Zeitaufwand

Abschließend sollen im Rahmen der Auswertung der Ergebnisse noch der Schwierigkeitsgrad und die Adäquatheit der eingeplanten Zeit für das Beispiel diskutiert werden. Der Zeitfaktor wurde einerseits mittels des Fragebogens abgefragt, andererseits wurden hierzu auch Beobachtungen während der Durchführung vorgenommen.

Im Rahmen des Fragebogens wurde bezüglich der zeitlich angemessenen Planung des Beispiels die ja/nein-Frage gestellt, ob die SchülerInnen mit dem Beispiel fertiggeworden sind. Die Ergebnisse dazu waren werden in Abbildung 22 dargestellt (die Daten aus beiden Klassen wurden zusammengefasst):

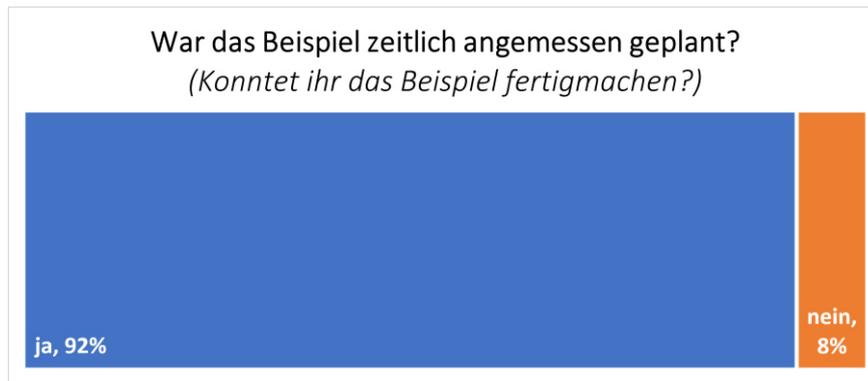


Abbildung 22: Zeitliche Angemessenheit des Beispiels

Wie sich hier zeigt, waren die Aufgaben laut den SchülerInnen von fast allen innerhalb der geplanten Zeit zu bewältigen. Allerdings zeigten die subjektiven Beobachtungen, dass es in Summe doch ein sehr zeitintensives Beispiel war. So dauerte die komplette Durchführung des Beispiels (mit Vor- und Nachbereitung) in der Klasse 3a rund 2,5 Schulstunden und in der Klasse 3b in etwa zwei Schulstunden. Dies entspricht – besonders in der 3a – einem großen Zeitaufwand, weshalb aus dem Praxiseinsatz geschlussfolgert werden kann, dass für den Regelunterricht in der Sekundarstufe I, in dem selten ein so großer Zeitraum am Stück zur Verfügung steht, der Zeitaufwand etwas reduziert werden sollte.

Bezüglich des Schwierigkeitsgrads wurden hauptsächlich die Ergebnisse des Fragebogens für die Auswertung der Angemessenheit herangezogen. Aus den Beobachtungen heraus fiel kein/e SchülerIn merklich ab, das Beispiel wirkte für alle SchülerInnen fordernd, aber nicht überfordernd. Die Ergebnisse der Fragebögen, in denen abgefragt wurde, ob das Beispiel für die SchülerInnen (zu) schwierig war, finden sich in Abbildung 23 (die Daten aus beiden Klassen wurden zusammengefasst):

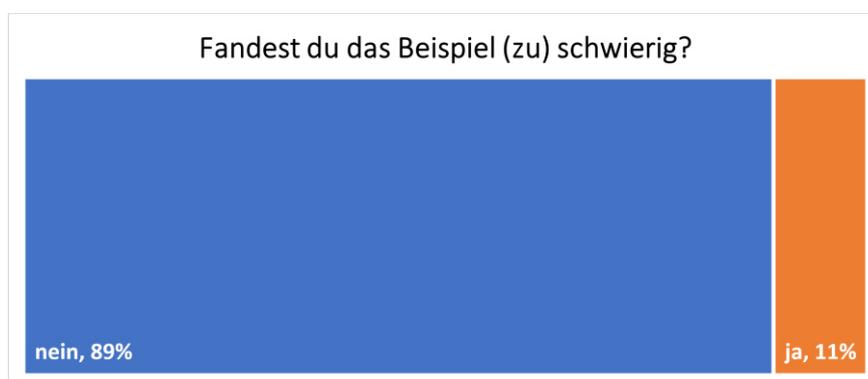


Abbildung 23: Angemessenheit des Schwierigkeitsgrads des Beispiels

Bei dieser Auswertung bestätigte sich der subjektive Eindruck der Beobachtungen: Die SchülerInnen fanden das Beispiel zu einem überwiegenden Teil nicht zu schwierig. Konstatierend kann also gesagt werden, dass der Schwierigkeitsgrad des Beispiels wohl angemessen geplant

war. Die eingeplante Zeit für die SchülerInnen war zwar innerhalb der Testung ebenfalls in Ordnung, allerdings wird ein Einsatz im einem solchen Zeitrahmen im Regelunterricht wohl in den seltensten Fällen möglich sein. Man könnte aus den Ergebnissen des Praxiseinsatzes also schlussfolgern, dass der Zeitaufwand für den Einsatz im alltäglichen Schulunterricht wohl noch etwas reduziert werden sollte.

5.4 Interview mit der anwesenden Lehrperson

Nach der Durchführung des ersten Praxiseinsatzes in der 3a wurde ein ca. 20-minütiges Interview mit dem Informatiklehrer der beiden Klassen geführt. Bei diesem handelt es sich um eine sehr erfahrene Lehrperson, weshalb dessen Eindrücke natürlich für die Evaluation besonders interessant sind. Es wurden ihm dabei grundsätzlich vier Leitfragen gestellt:

- 1) Wie ist Ihr genereller Eindruck von der durchgeführten Unterrichtseinheit?
- 2) Wie stehen Sie zum fächerintegrativen Ansatz? Ist dieser in der Praxis umsetzbar?
- 3) Wo sehen Sie Problemfelder bei der Durchführung solcher fächerintegrativer Unterrichtsbeispiele mit dem micro:bit?
- 4) Haben Sie Verbesserungsvorschläge/Hinweise für zukünftige Einsätze?

Die wichtigsten Punkte, die von der Lehrperson angesprochen wurden, seien hier zusammengefasst. Bezüglich Frage 1 erwähnte der Interviewpartner, dass ihm die Einheit grundsätzlich sehr gut gefallen und dass er die angenehme Atmosphäre sehr geschätzt hat. Er merkte ebenso positiv an, dass die SchülerInnen sehr aufgeschlossen gegenüber dem BBC micro:bit und dem Unterrichtsbeispiel waren, was ihn sehr gefreut hat, da die SchülerInnen zuvor noch kaum mit Programmieren im eigentlichen Sinne zu tun hatten. Der Interviewpartner merkte hier allerdings auch einige Problemfelder an: So beäugte er den hohen Aufwand des Beispiels (sowohl was Zeit- als auch Vorbereitungsaufwand angeht) sehr kritisch und meinte, dass man hier in Zukunft und insbesondere für den Regelunterricht sicherlich etwas reduzieren müsste. Er sprach dabei auch vermehrt den sehr hohen Papieraufwand an, den er dringend empfiehlt, für künftige Einsätze einzugrenzen (z. B. Arbeitsblätter digital zur Verfügung stellen oder mittels des Beamer projizieren). Ein großes Anliegen war es für ihn auch zu betonen, dass man die Testergebnisse in seiner Klasse nicht für ‚bare Münze‘ nehmen darf, da die Situation des Informatikunterrichts in der NMS, in der die Evaluation durchgeführt wurde, anders im Vergleich zu den meisten anderen Schulen ist (unverbindliche Übung – die SchülerInnen besuchen diesen also freiwillig aus Interesse).

Die zweite Frage beantwortete der Interviewpartner zunächst grundsätzlich mit einem ‚ja‘. Seiner Meinung nach ist also fächerintegrativer Unterricht durchaus im Regelunterricht umsetzbar. Man sollte sich hierbei ihm zufolge allerdings mit den jeweiligen FachkollegInnen absprechen, da z. B. die durchgeführte Einheit auch ohne weiteres im Physikunterricht und im Physiksaal stattfinden könnte. Es bedarf aber seiner Ansicht nach dabei KollegInnen, die bereit sind, den fächerintegrativen Unterricht mitzutragen. Hier gibt es oftmals einen Widerstand, wobei dieser bei den LehrerkollegInnen nicht am Alter festzumachen ist. Seiner Erfahrung nach sind oft LehrerInnen in der Altersgruppe 35-50 offener für neue Konzepte, als es bei jüngeren der Fall ist. Er erwähnte aber abschließend, dass fächerintegrativer Unterricht und die Auslagerung gewisser Inhalte in andere Fächer im Rahmen der *Digitalen Grundbildung* in seiner Schule sicherlich zum Thema werden wird.

Die dritte und vierte Frage gingen fließend ineinander über. Hier erwähnte der Interviewpartner zu Beginn nochmals einerseits den Faktor des Aufwandes – so hätte die durchgeführte Einheit rund 2,5 Schulstunden veranschlagt. Laut ihm hätte man im Regelunterricht allerdings nur selten so viel Zeit zur Verfügung, weshalb man hier überlegen müsste, wie man den Zeitaufwand reduzieren könnte. Daneben sprach er auch den hohen Vorbereitungs- und Papieraufwand an und empfahl, hier ökonomischer zu arbeiten und z. B. Arbeitsblätter mehrmals zu verwenden. Des Weiteren könnte das Unterrichtssetting in der Form, wie es durchgeführt wurde, seiner Meinung nach zu Problemen bei ‚schwierigeren Klassen‘ führen. In solch einem Fall empfiehlt er, die Ablaufstrukturen der Beispiele noch etwas zu schärfen (d. h. etwa einen Zeitraum festlegen, wo alle SchülerInnen programmieren und einen Zeitraum, wo alle SchülerInnen experimentieren). Abschließend erwähnte er in solchen ‚schwierigen Klassen‘ auch das Problem möglicher Zerstörungen bzw. Beschädigungen der micro:bits durch die SchülerInnen, worauf man auch verstärkt achten müsste.

Nach dem zweiten Praxiseinsatz in der Parallelklasse der 3a, der 3b, wurde wiederum ein kurzes Gespräch mit dem Informatiklehrer der beiden Klassen geführt. Hier wurde insbesondere darauf eingegangen, welche neuen Erkenntnisse und Unterschiede ihm gegenüber der Durchführung in der 3a aufgefallen sind. Die Lehrperson merkte hier an, dass die 3b eine etwas lebhaftere Klasse sei – dies fiel auch in den Beobachtungen auf. Darüber hinaus beschrieb er die Klasse, verglichen mit der 3a, als leistungsmäßig inhomogener. Grundsätzlich sei gesagt, dass der Charakter des selbstständigen Arbeitens in der 3b nicht immer so gut funktionierte wie in der 3a und daher verstärkt Inhalte über den Beamer erklärt bzw. vorgezeigt werden mussten. Der Interviewpartner erwähnte dazu, dass er empfehlen würde, in diesem Fall kleinere Arbeitsschritte

zu machen und dann immer wieder zu kontrollieren, ob die SchülerInnen den Schritt geschafft haben und erst dann weiterzugehen.

5.5 Darstellung von möglichen Problemfeldern

Als Abschluss der Evaluation seien nochmals die wichtigsten Problemfelder zusammengefasst, die sich aus den Beobachtungen, den Testungen, den Fragebögen und aus dem Interview mit der Lehrperson herauskristallisiert haben.

Das erste große Problemfeld, das sich abgezeichnet hat, betrifft den fächerintegrativen Ansatz. Die *Digitale Grundbildung* erlaubt es den Schulen, die vorgeschriebenen Informatikstunden im Rahmen eines fächerintegrativen Unterrichts in allen Fächern zu integrieren. Die Praxiseinsätze haben allerdings gezeigt, dass Informatik dabei das deutlich dominierende Fach ist. Es ist natürlich möglich, durch eine eventuelle Adaption der Beispiele dem etwas entgegenzuwirken, aber wenn wirklich nicht nur die Kenntnisse des Zweitfachs aufgebaut werden sollen, sondern auch diverse Informatikkompetenzen (Computational Thinking, Programmieren, usw.), dann ist es wohl zwangsläufig der Fall, dass der Informatikteil in solch einer Unterrichtskonzeption überwiegt. In der Regel dauert die Programmierarbeit am micro:bit (insbesondere wenn die SchülerInnen selbstständig einen Ansatz finden sollen) schlichtweg länger als der Teil des zweiten Fachs, wo dann ‚nur mehr‘ das Programm in diversen Kontexten eingesetzt wird. Bezüglich des fächerintegrativen Ansatzes ist auch die Frage der Abhaltung ein Thema: Wie sich im Praxiseinsatz zeigte, wäre es zur optimalen inhaltlichen Abdeckung beider Fächer unbedingt notwendig, den Unterricht in Teamarbeit zu planen und, wenn möglich, auch durchzuführen. Denn zumeist fehlt dem/der InformatiklehrerIn das notwendige Know-How in den anderen Fächern, die mitabgedeckt werden. Die gleiche Schwierigkeit zeigt sich allerdings auch im gegensätzlichen Fall, denn z. B. der/die PhysikkollegIn hat möglicherweise auch keine Erfahrung im Programmieren und stößt auch hier auf Probleme. Deshalb wäre es für den Einsatz im Regelunterricht ratsam, den Unterricht in der Form von Teamteaching zu organisieren, da nur so ein inhaltlich möglichst zielführender Unterricht möglich ist. Dazu benötigt es aber auch die Bereitschaft des LehrerInnenkollegiums, an solchen fächerintegrativen Konzepten mitzuarbeiten.

Das zweite zentrale Problemfeld betrifft den Aufwand solcher fächerintegrativen Beispiele. Die Praxiseinsätze zeigten, dass die geplanten Beispiele einen sehr hohen Zeit- und Materialaufwand mit sich bringen. Hier muss man bedenken, dass man oft z. B. in Physik nur eine Schul-

stunde am Stück für einen fächerintegrativen Unterricht zur Verfügung hat und man sich dahingehend überlegen muss, wie man den micro:bit auch innerhalb von kürzeren Zeiträumen zielführend einsetzen kann. Auch bringen einige solcher Beispiele einen hohen Materialaufwand und viele Vor- und Nachbereitungsarbeiten mit sich, weshalb auch hier eine Koordination mit dem/der FachkollegIn sicherlich ratsam wäre, da z. B. in einem Physiksaal möglicherweise bereits viele Materialien vorhanden sind und nicht extra mitgebracht werden müssen.

Als weiteres Problemfeld sei auch das offene Unterrichtssetting der geplanten Beispiele an sich angesprochen. Die Praxiseinsätze fanden im Rahmen von Klassen der siebenten Schulstufe statt, die Informatik als unverbindliche Übung besuchen. Es ist daher davon auszugehen, dass diese SchülerInnen von vorneherein mehr Interesse am Fach haben, als dies möglicherweise bei SchülerInnen, die Informatik nur als Pflichtfach besuchen, der Fall ist. Darüber hinaus waren beide Klassen sehr angenehm zu unterrichten und zeigten kaum disziplinäre Schwierigkeiten. Hier wies insbesondere die anwesende Lehrperson darauf hin, dass es bei vermeintlich ‚schwierigeren Klassen‘ zu Problemen beim offenen Unterrichtssetting kommen und es chaotisch werden könnte. Hier müsste man sich daher überlegen, ob man nicht in solchen Fällen einplanen sollte, die Ablaufstruktur etwas zu straffen, um Ordnung in der Klasse aufrechtzuerhalten. Mit diesen Nachschärfungen bezüglich der Struktur sollte es allerdings dann möglich sein, die Einheiten in den allermeisten Klassen durchzuführen.

Abschließend sei noch erwähnt, dass insbesondere aufgrund des offenen Settings darauf geachtet werden muss, dass die Arbeitsanweisungen und Arbeitsblätter möglichst klar formuliert sind: In der Klasse 3b gab es hierbei ein Missverständnis mit der Zeichnung, wie die Krokodilklemmen anzuschließen seien²¹¹. Die SchülerInnen waren hier von der Zeichnung verwirrt und schlossen die Krokodilklemmen falsch an. Erst nachdem ihnen dann vorgezeigt wurde, wie diese anzuschließen seien, haben sie es richtig verstanden. Aufgrund des offenen Settings muss hier in Zukunft unbedingt bedacht werden, dass die Arbeitsblätter und -anweisungen so einfach und eindeutig wie möglich gestaltet werden sollten. Für zukünftige Anwendungen werden die Arbeitsblätter dahingehend überarbeitet, in dieser Diplomarbeit finden sich im Anhang aber die originalen Arbeitsblätter, so wie sie im Unterricht eingesetzt wurden.

²¹¹ Vgl. *Arbeitsblatt 1 - Leitfähigkeit*, S. 114 im Anhang dieser Arbeit.

6 Zusammenfassung

Diese Diplomarbeit beschäftigte sich mit fächerintegrativen Unterrichtskonzepten in der Sekundarstufe I anhand des BBC micro:bit. Dazu wurden zuerst in einem theoretischen Teil die Themen informatische Grundbildung und fächerübergreifender Unterricht grundgelegt und mittels verschiedenster Literatur betrachtet. Hier zeigte sich vor allem, dass es in Österreich bei der informatischen Grundbildung noch einen deutlichen Aufholbedarf gegenüber vielen anderen europäischen Staaten gibt und dass die Einführung der *Digitalen Grundbildung* im Schuljahr 2018/19 zwar ein Schritt in die richtige Richtung ist, allerdings möglicherweise noch nicht weit genug geht. Bezüglich des fächerübergreifenden Unterrichts zeigte sich, dass es für den Informatikunterricht (im Gegensatz z. B. zum Mathematikunterricht) noch keine theoretische fachdidaktische Fundierung für einen solchen Unterricht gibt. Auch in dieser Hinsicht gilt es für die Informatik-Fachdidaktik noch einen Schritt nach vorne zu machen und mit den anderen Fächern gleichzuziehen.

Nach der theoretischen Grundlegung dieser Themen beschäftigte sich diese Diplomarbeit auch stark mit verschiedenen Mikrocontrollern. Beim Vergleich des BBC micro:bit mit dem Calliope mini zeigte sich, dass beide Geräte für den Einsatz im Regelunterricht geeignet sind – der Calliope mini punktet hier mit einem etwas umfangreicheren Funktionsrepertoire, während der BBC micro:bit sich durch deutlich geringere Anschaffungskosten auszeichnet. Abschließend wurde auch noch ein Blick auf den Robotikbereich in Österreichs Schulen geworfen. Hier zeigte sich – wie beim Informatikunterricht generell –, dass es insbesondere in der Sekundarstufe I noch einen großen Aufholbedarf gibt, wobei zu hoffen ist, dass sich die Situation durch Initiativen wie jene des BBC micro:bit bessert.

Im weiteren Verlauf dieser Diplomarbeit wurden dann die fächerintegrativen Beispiele für den micro:bit, die im Rahmen dieser Arbeit entwickelt wurden, vorgestellt und erläutert. Eingangs wurden dabei die Intention und der Aufbau der Beispiele erläutert – so wurden die Einheiten für ein offenes Unterrichtsetting geplant, bei dem die SchülerInnen selbstständig arbeiten können. Es wurden dann drei ausgewählte Beispiele (von insgesamt acht erstellten) präsentiert; diese decken den Physikunterricht, den Sprachenunterricht und den Musikunterricht ab. Hier wurden auch die Lehr- und Lernziele und die didaktischen Überlegungen für jedes Beispiel grundgelegt und somit die Ziele der jeweiligen Beispiele dargestellt.

Abschließend wurden die Ergebnisse der Evaluation diskutiert: Ein Beispiel wurde in zwei 3. Klassen einer Neuen Mittelschule in Graz eingesetzt und dabei wurden diverse Daten erhoben. So wurden anfangs insbesondere zwei zentrale Forschungsfragen aufgestellt: Einerseits, ob die Beispiele überhaupt in dieser Form durchführbar sind und andererseits, ob der fächerintegrierte Ansatz funktioniert. Es zeigte sich trotz einiger Problemfelder, dass beide Fragen grundsätzlich mit ‚ja‘ beantwortet werden können. Die Testungen zeigten, dass die SchülerInnen in den Einheiten einen Lernerfolg erzielen konnten und dem Unterricht mit sehr hohem Interesse beiwohnten. Insbesondere war dabei auch spannend zu beobachten, dass das hohe Interesse von Mädchen und Jungen gleichermaßen geteilt wurde.

Allerdings sei abschließend angemerkt, dass doch einige Problemfelder bei der Durchführung der Beispiele aufgetreten sind, die beim Einsatz im Regelunterricht zu Schwierigkeiten führen könnten. Insbesondere seien hier zwei Faktoren hervorgehoben: Einerseits ist der fächerintegrierte Ansatz zwar durchaus praktikabel, allerdings benötigt es hier unbedingt die Kooperation der FachkollegInnen, deren Fächer an einem solchen Unterricht beteiligt sind. Nur auf diese Weise kann ein erfolgreicher und inhaltlich zielführender fächerintegrativer Unterricht wirklich garantiert werden. Der zweite zentrale Faktor, der berücksichtigt werden sollte, ist der Aufwandsfaktor: Die durchgeführten Beispiele veranschlagten einen hohen Zeit-, Material- und Vorbereitungsaufwand. Hier muss man sich für den Einsatz im Regelunterricht die Frage stellen, wie man diese fächerintegrativen Beispiele dementsprechend herunterbrechen kann.

Konstatierend sei also gesagt, dass fächerintegrativer Unterricht in der Sekundarstufe I mit dem BBC micro:bit und den entwickelten Beispielen durchaus möglich und durchführbar ist. Allerdings gibt es noch einige Problemfelder, die es beim Einsatz zu berücksichtigen gilt und die nicht ignoriert werden sollten, wenn der BBC micro:bit im Rahmen der *Digitalen Grundbildung* eingesetzt werden sollte. Es sei allerdings angemerkt, dass durchaus zu sehen war, dass die Arbeit mit dem micro:bit, auch in einem fächerintegrativen Kontext, sehr viel Potential mit sich bringt und beim richtigen Einsatz auch sehr viel Begeisterung bei den SchülerInnen auslösen kann. Besonders wichtig ist abschließend noch hervorzuheben, dass es vor allem bei den Mädchen ein sehr hohes Interesse und eine signifikante Leistungssteigerung durch den Unterricht mit dem micro:bit gab, was insbesondere hinsichtlich des aktuell vorherrschenden Gender-Gaps in der Informatik als sehr positiv zu bewerten ist.

Literatur- und Quellenverzeichnis

Beckmann, Astrid (2003): Fächerübergreifender Mathematikunterricht. Teil 1: Ein Modell, Ziele und fachspezifische Diskussion. Hildesheim/Berlin: Franzbecker.

Berry, Miles (2016): Computing in English Schools. In: Schule Aktiv! Sonderheft des BMB. CODING - Ein Baustein der informatischen Bildung. Wien: CDA-Verlag. S. 12-15.

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung: Denken lernen, Probleme lösen - Digitale Grundbildung in der Primarstufe. URL: <https://www.bmb.gv.at/schulen/schule40/dgb/dlpl.html> [abgerufen am 16.01.2018].

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2017): Digitale Grundbildung. URL: <https://www.bmb.gv.at/schulen/schule40/dgb/index.html> [abgerufen am 17.01.2018].

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung: Digitale Kompetenzen in der Volksschule. URL: <https://digikomp.at/index.php?id=555&L=0> [abgerufen am 16.01.2018].

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung: digi.komp8 - Das Kompetenzmodell. URL: <https://digikomp.at/index.php?id=557&L=0> [abgerufen am 25.02.2018].

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2017): Information zum Projekt „Denken lernen – Probleme lösen“. Online abrufbar unter: https://education.at/fileadmin/user_upload/Beilage__Informationen_zum_Projekt.pdf [abgerufen am 17.01.2018].

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2017): Informationsschreiben an alle AHS-DirektorInnen über die Pilotphase der digitalen Grundbildung im Schuljahr 2017/18.

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2017): Lehrplan der allgemeinbildenden höheren Schule (AHS). Online abrufbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568&Fassung-Vom=2017-09-01> [abgerufen am 17.01.2018].

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2018): Lehrplan der Neuen Mittelschule (NMS). Online abrufbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40199276/NOR40199276.pdf> [abgerufen am 08.02.2018].

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2017): Verbindliche Übung „Digitale Grundbildung“ in Sekundarstufe 1. Inhalte für Pilotierung im Schuljahr 2017/18. Online abrufbar unter: https://www.bmb.gv.at/schulen/schule40/dgb/dgb_pilot.pdf?63gg96 [abgerufen am 17.01.2018].

Calliope gGmbH: Programmierumgebungen. URL: <https://www.calliope.cc/los-geht-s/editor> [abgerufen am 13.02.2018].

Calliope gGmbH: Übersicht der Calliope-mini-Pilotschulen. URL: <https://calliope.cc/schulen/pilotphase> [abgerufen am 18.04.2018]

Calliope gGmbH: Website zum Calliope mini. URL: <https://calliope.cc> [abgerufen am 14.02.2018].

Caviola Hugo; Kyburz-Graber, Regula; Locher, Sibylle (2009): Was ist guter fächerübergreifender Unterricht? In: Folio 5/09. Zeitschrift für Lehrkräfte in der Berufsbildung. S. 22-26. Online abrufbar unter: https://www.researchgate.net/profile/Regula_Kyburz-Graber/publication/280810871_Was_ist_guter_facheruebergreifender_Unterricht/links/588f4df3a6fdcc8e63cbc44f/Was-ist-guter-faecheruebergreifender-Unterricht.pdf [abgerufen am 06.02.2018].

European Schoolnet (2015): Computing our future. Computer programming and coding. Priorities, school curricula and initiatives across Europe. Online abrufbar unter: fcl.eun.org/documents/10180/14689/Computing+our+future_final.pdf/746e36b1-e1a6-4bf1-8105-ea27c0d2bbe0 [abgerufen am 22.01.2018].

Frost, Birgit; Berend, Annie (2018): Calliope mini: Mikrocontroller für den Schulunterricht. In: Bundeszentrale für politische Bildung. URL: <https://www.bpb.de/lernen/digitale-bildung/werkstatt/248122/calliope-mini-mikrocontroller-fuer-den-schulunterricht> [abgerufen am 13.02.2018].

Futschek, Gerald (2016): Computational Thinking im Unterricht. In: Schule Aktiv! Sonderheft des BMB. CODING - Ein Baustein der informatischen Bildung. Wien: CDA-Verlag. S. 4-5.

Gappmaier, Lena [u.a.] (2017): Werkstattbericht 1 – Buchstabenmixer. In: Werkstattberichte zum Calliope mini. Online abrufbar unter: <https://learninglab.tugraz.at/informatischegrundbildung/index.php/oer-schulbuch/calliope-mini/> [abgerufen am 18.04.2018]. Hrsg. von: Google, FSM (<http://www.fsm.de>), fsf (<https://fsf.de/>). Geplante Veröffentlichung auf der Website www.medien-in-die-schule.de/werkzeugportraits im Sommer 2018.

Gappmaier, Lena [u.a.] (2017): Werkstattbericht 4 – Smarte Pflanzenbewässerung. In: Werkstattberichte zum Calliope mini. Online abrufbar unter: <https://learninglab.tugraz.at/informatischegrundbildung/index.php/oer-schulbuch/calliope-mini/> [abgerufen am 18.04.2018]. Hrsg. von: Google, FSM (<http://www.fsm.de>), fsf (<https://fsf.de/>). Geplante Veröffentlichung auf der Website www.medien-in-die-schule.de/werkzeugportraits im Sommer 2018.

Grandl, Maria; Ebner, Martin (2017): Informatische Grundbildung – ein Ländervergleich. Online abrufbar unter: http://www.medienimpulse.at/pdf/Medienimpulse_Informatische_Grundbildung_____ein_Laendervergleich_Grandl_20170514.pdf [abgerufen am 17.01.2018].

Grandl, Maria; Ebner, Martin; Schön, Sandra (2017): Werkstattbericht 2 – Der heiße Draht. In: Werkstattberichte zum Calliope mini. Online abrufbar unter: <https://learninglab.tugraz.at/informatischegrundbildung/index.php/oer-schulbuch/calliope-mini/> [abgerufen am 18.04.2018]. Hrsg. von: Google, FSM (<http://www.fsm.de>), fsf (<https://fsf.de/>). Geplante Veröffentlichung auf der Website www.medien-in-die-schule.de/werkzeugportraits im Sommer 2018.

Grandl, Maria; Ebner, Martin; Schön, Sandra (2017): Werkstattbericht 5 – Metronom. In: Werkstattberichte zum Calliope mini. Online abrufbar unter: <https://learninglab.tugraz.at/informatischegrundbildung/index.php/oer-schulbuch/calliope-mini/> [abgerufen am 18.04.2018]. Hrsg. von: Google, FSM (<http://www.fsm.de>), fsf (<https://fsf.de/>). Geplante Veröffentlichung auf der Website www.medien-in-die-schule.de/werkzeugportraits im Sommer 2018.

Hasler Stiftung (2013): Informatik im Lehrplan 21. Ein grundsätzlicher Positionsbezug zum Wohl und Nutzen des Denk- und Arbeitsplatzes Schweiz. Online abrufbar unter: http://fit-in-it.ch/sites/default/files/downloads/dok_2013-06-20_informatik_im_lehrplan_21.pdf [abgerufen am 17.01.2018].

Hielscher, Michael; Döbeli Honegger, Beat (2015): MaKey MaKey Projektideen. Hrsg. von: Pädagogische Hochschule Schwyz. S. 2 und S. 9. Online abrufbar unter: <http://ilearnit.ch/download/MakeyMakeyProjektideen.pdf> [abgerufen am 24.02.2018]. Veröffentlicht unter der Lizenz: CC-BY-SA.

Höllerbauer, Bettina (2017): Schülerinnen und Schüler hacken. Der Einsatz von Pocket Code in einem offenen Unterrichtskonzept. Hrsg. von Martin Ebner und Sandra Schön. Bad Reichenhall: BIMS e.V. (= Beiträge zu offenen Bildungsressourcen. 14.)

Huber, Ludwig (1995): Individualität zulassen und Kommunikation stiften. Vorschläge und Fragen zur Reform der gymnasialen Oberstufe. In: Die deutsche Schule. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Bildungspolitik und pädagogische Praxis. 87. Jg. H. 2. S. 161-182. Online abrufbar unter: <https://pub.uni-bielefeld.de/download/1781694/2313430> [abgerufen am 06.02.2018].

Informatics Europe & ACM Europe (2013): Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat. Report of the joint Informatics Europe & ACM Europe Working Group on Informatics Education. Online abrufbar unter: <http://www.informatics-europe.org/images/documents/informatics-education-acm-ie.pdf>. [abgerufen am 21.01.2018].

Merz, Alexander (2015): Bug mit Feature. CodeBug angetestet. In: Golem. IT-News für Profis. URL: <https://www.golem.de/news/codebug-angetestet-bug-mit-feature-1511-117373.html> [abgerufen am 13.02.2018].

Micro:bit Educational Foundation: Ausstattung des BBC micro:bit. URL: <http://microbit.org/de/guide/features/> [abgerufen am 12.02.2018].

Micro:bit Educational Foundation: Jetzt wird programmiert. URL: <http://microbit.org/de/code/> [abgerufen am 12.02.2018].

Micro:bit Educational Foundation: Website zum BBC micro:bit. URL: <http://microbit.org> [abgerufen am 14.02.2018].

Moegling, Klaus (1998): Fächerübergreifender Unterricht. Wege ganzheitlichen Lernens in der Schule. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

Neppel, Martin (2014): Robotereinsatz im Schulunterricht. Graz, Dipl.-Arb.

Neue Volkspartei & Freiheitliche Partei Österreichs (2017): Zusammen. Für unser Österreich. Regierungsprogramm 2017–2022. Online abrufbar unter: <https://www.oevp.at/download/Regierungsprogramm.pdf> [abgerufen am 21.01.2018].

Pätzold, Luisa (2017): Ausprobiert: Arduino-Lernplattform OXOcard mit Papphülle. In: heise online. URL: <https://www.heise.de/make/meldung/Ausprobiert-Arduino-Lernplattform-OXOcard-mit-Papphuelle-3770260.html> [abgerufen am 13.02.2018].

Pusch, Carina (2017): Die positiven Auswirkungen von fächerübergreifendem Unterricht am praktischen Beispiel Mathematik-Musikerziehung. Graz, Dipl.-Arb.

Reiter, Anton (2016): Vorwort des Herausgebers. In: Schule Aktiv! Sonderheft des BMB. CODING - Ein Baustein der informatischen Bildung. Wien: CDA-Verlag. S. 2-3.

Rogers, Yvonne [u.a.] (2017): From the BBC Micro to micro:bit and Beyond: A British Innovation. In: ACM Interactions. Vol. 24. H. 2. S. 74-77. Online abrufbar unter: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3029601> [abgerufen am 12.02.18].

Schön, Sandra; Ebner, Martin; Narr, Kristin (2016) (Hrsg.): Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten. Online abrufbar unter: http://www.bimsev.de/n/userfiles/downloads/making_handbuch_online_final.pdf [abgerufen am 22.02.2018]. Veröffentlicht unter der Lizenz: CC-BY 3.0 Deutschland.

Schubert, Sigrid; Schwill, Andreas (2011): Didaktik der Informatik. 2. Aufl. Heidelberg: Spektrum.

Strobel, Christoph (2016): Arduino vs. Raspberry Pi: Wo liegt der Unterschied? In: techtage. URL: <https://www.techtage.de/it-und-hightech/arduino-vs-raspberry-pi-wo-liegt-der-unterschied/> [abgerufen am 12.02.2018].

Stückler, Moritz (2016): Was ist eigentlich ein Arduino? In: Spiegel Online. URL: <http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/arduino-erklaert-das-kann-der-microcontroller-a-1105328.html> [abgerufen am 12.02.2018].

Temel, Peter (2016): Ist der Informatik-Unterricht noch zeitgemäß? In: Kurier vom 19.09.2016. Online abrufbar unter: <https://kurier.at/politik/inland/ist-der-informatik-unterricht-an-oesterreichs-schulen-noch-zeitgemaess/221.523.905> [abgerufen am 21.01.2018].

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das Modell der Hasler Stiftung zur Definition der informatischen Bildung	6
Abbildung 2: Der Grad der Integration von Programmierkonzepten	17
Abbildung 3: Der BBC micro:bit.....	34
Abbildung 4: Der JavaScript Blockeditor.....	36
Abbildung 5: Calliope mini	37
Abbildung 6: OXOcard.....	39
Abbildung 7: CodeBug	40
Abbildung 8: Mögliche Umsetzungsvariante des Spiels "Der heiße Draht"	58
Abbildung 9: Beispiel zu Sprach- und Schreibförderung im praktischen Einsatz.....	62
Abbildung 10: Das Beispiel zur Tonleiter im praktischen Einsatz.....	67
Abbildung 11: Anteil der Fächer im fächerintegrativen Unterricht.....	76
Abbildung 12: Fachzuordnung der Unterrichtseinheit durch die SchülerInnen	77
Abbildung 13: Pre-Test-Ergebnisse der Klasse 3a	79
Abbildung 14: Post-Test-Ergebnisse der Klasse 3a.....	79
Abbildung 15: Pre-Test-Ergebnisse der Klasse 3b	80
Abbildung 16: Post-Test-Ergebnisse der Klasse 3b.....	81
Abbildung 17: gesamte Pre-Test Ergebnisse	82
Abbildung 18: gesamte Post-Test-Ergebnisse	82
Abbildung 19: Anklang des Beispiels bei den SchülerInnen.....	84
Abbildung 20: Anklang des Beispiels bei den Mädchen	85
Abbildung 21: Anklang des Beispiels bei den Jungen.....	85
Abbildung 22: Zeitliche Angemessenheit des Beispiels.....	87
Abbildung 23: Angemessenheit des Schwierigkeitsgrads des Beispiels	87

Anhang

Im Folgenden befinden sich die erstellten Unterrichtsmaterialien für den BBC micro:bit. Auch sämtliche Materialien (Fragebogen, ausgewertete Daten etc.), die den praktischen Einsatz betreffen, finden sich in diesem Anhang. Zu Beginn werden noch einige rechtliche und zitatetechnisch relevante Hinweise gegeben, da für die Erstellung der Beispiele teils externe Quellen herangezogen wurden.

Rechtliches, Zitation, Quellenangaben

Wie bereits im Hauptteil der Diplomarbeit erwähnt, wurden für die Beispiele verschiedene Quellen zur Erstellung herangezogen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit und um etwaige Missverständnisse vorzubeugen, seien diese zu Beginn dieses Anhangs nochmals erläutert.

Die Struktur der Beispiele und der grundsätzliche Aufbau stammen aus dem Buch „Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten“, herausgegeben von Sandra Schön, Martin Ebner und Kristin Narr²¹². Genauere Erläuterungen dazu und generell zum Aufbau der Beispiele lassen sich im Abschnitt 4.3 dieser Diplomarbeit finden.

Die Idee für die Umsetzung des gesamten ersten Beispiels zur Elektrizität stammt größtenteils von den „MaKey MaKey Projektideen“²¹³, herausgegeben von der Pädagogischen Hochschule Schyz. Des Weiteren wurde für die gesamte Umsetzung des Grundteils des Beispiels (Leitfähigkeit testen, Experimentieren mit Pflanzenerde) das Beispiel 4 zur Pflanzenbewässerung²¹⁴ aus dem Werkstattbericht zum Calliope mini der TU Graz als Grundlage herangezogen und in Anlehnung daran erstellt. Abschließend wurde für die Umsetzung des Beispiels zum *heißen*

²¹² Sandra Schön, Martin Ebner und Kristin Narr (2016) (Hrsg.): Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten. Online abrufbar unter: http://www.bimsev.de/n/userfiles/downloads/making_handbuch_online_final.pdf [abgerufen am 22.02.2018]. Veröffentlicht unter der Lizenz: CC-BY 3.0 Deutschland.

²¹³ Vgl. Michael Hielscher; Beat Döbeli Honegger (2015): MaKey MaKey Projektideen. Hrsg. von: Pädagogische Hochschule Schyz. S. 2 und S. 9. Online abrufbar unter: <http://ilearnit.ch/download/MakeyMakeyProjektideen.pdf> [abgerufen am 24.02.2018]. Veröffentlicht unter der Lizenz: CC-BY-SA.

²¹⁴ Vgl. Lena Gappmaier [u.a.] (2017): Werkstattbericht 4 – Smarte Pflanzenbewässerung. In: Werkstattberichte zum Calliope mini. Online abrufbar unter: <https://learninglab.tugraz.at/informatischegrundbildung/index.php/oer-schulbuch/calliope-mini/> [abgerufen am 18.04.2018]. Hrsg. von: Google, FSM (<http://www.fsm.de>), fsf (<https://fsf.de/>). Geplante Veröffentlichung auf der Website www.medien-in-die-schule.de/werkzeugportraits im Sommer 2018.

Draht ebenfalls ein Beispiel aus dem Werkstattbericht²¹⁵ zum Calliope mini der TU Graz für die Erstellung herangezogen.

Das zweite Beispiel behandelt die Sprach- und Schreibförderung. Die Idee dazu stammt aus dem Werkstattbericht zum Calliope mini der TU Graz. Das Konzept des Beispiels sowie das dazugehörige Programm für den micro:bit wurde stark in Anlehnung an das dort vorzufindende Beispiel „Der Calliope mini im Sprachunterricht“²¹⁶ erstellt. Die weiterführende Arbeit mit dem Programm und die vorgesehene Einsatzvariante im Sprachenunterricht (bzw. in erster Line im Deutschunterricht) wurden allerdings eigenständig entworfen und erstellt.

Das dritte Beispiel betrifft den Musikunterricht. Die grundlegende Idee für das Beispiel, nämlich die C-Dur-Tonleiter mithilfe des BBC micro:bit zu erarbeiten, stammt vom Autor dieser Diplomarbeit selbst. Für die Ergänzung des Beispiels, wo es darum geht, mit dem micro:bit ein Metronom zu bauen, wurde allerdings der Werkstattbericht der TU Graz zum Calliope mini herangezogen. Sowohl der Ablauf als auch das Programm für den micro:bit zum Metronom wurde stark in Anlehnung an das dort vorzufindende Beispiel 5 „Metronom“²¹⁷ erstellt.

Diese aufgeführten Quellenangaben gelten für die nachfolgenden Ausarbeitungen der Beispiele – in den Ausarbeitungen selbst werden diese Quellenverweise aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht nochmals separat angegeben und es wird auf dieses Kapitel verwiesen. Die beschriebenen Quellen gelten – sofern nicht anderes angemerkt – für die gesamte Ausarbeitung des jeweiligen Beispiels als Grundlage bzw. Inspirationsquelle, teils wurde das gesamte Unterrichtsbeispiel für den micro:bit sehr stark in Anlehnung an die jeweilige Vorlage (die meist für einen anderen Mikrocontroller erstellt wurde) ausgearbeitet.

²¹⁵ Vgl. Maria Grandl; Martin Ebner; Sandra Schön (2017): Werkstattbericht 2 - Der heiße Draht. In: Werkstattberichte zum Calliope mini. Online abrufbar unter: <https://learninglab.tugraz.at/informatischegrundbildung/index.php/oer-schulbuch/calliope-mini/> [abgerufen am 18.04.2018]. Hrsg. von: Google, FSM (<http://www.fsm.de>), fsf (<https://fsf.de/>). Geplante Veröffentlichung auf der Website www.medien-in-die-schule.de/werkzeugportraits im Sommer 2018.

²¹⁶ Vgl. Lena Gappmaier [u.a.] (2017): Werkstattbericht 1 - Buchstabenmixer. In: Werkstattberichte zum Calliope mini. [abgerufen am 18.04.2018]. Online abrufbar unter: <https://learninglab.tugraz.at/informatischegrundbildung/index.php/oer-schulbuch/calliope-mini/> Hrsg. von: Google, FSM (<http://www.fsm.de>), fsf (<https://fsf.de/>). Geplante Veröffentlichung auf der Website www.medien-in-die-schule.de/werkzeugportraits im Sommer 2018.

²¹⁷ Vgl. Maria Grandl; Martin Ebner; Sandra Schön (2017): Werkstattbericht 5 - Metronom. In: Werkstattberichte zum Calliope mini. Online abrufbar unter: <https://learninglab.tugraz.at/informatischegrundbildung/index.php/oer-schulbuch/calliope-mini/> [abgerufen am 18.04.2018]. Hrsg. von: Google, FSM (<http://www.fsm.de>), fsf (<https://fsf.de/>). Geplante Veröffentlichung auf der Website www.medien-in-die-schule.de/werkzeugportraits im Sommer 2018.

Sämtliche verwendete Quellen stehen unter der Lizenz CC-BY-SA²¹⁸ – die Verwendung der jeweiligen Quellen als Vorlagen für die nachfolgenden Beispiele ist also auch rechtlich unbedenklich und erlaubt.

Die nachfolgenden Beispiele, die für diese Diplomarbeit erstellt wurden, werden zu einem späteren Zeitpunkt auch auf einer Website der TU Graz veröffentlicht und möglicherweise auch in einem Schulbuch abgedruckt.

²¹⁸ Vgl. für nähere Informationen zu CC-Lizenzen: <https://creativecommons.org/> [abgerufen am 11.03.2018].

Unterrichtsbeispiel 1 – Elektrizität mit dem BBC micro:bit²¹⁹

Eckdaten	
Ziel des Unterrichtsbeispiels	Durch dieses Unterrichtsbeispiel, das fächerintegrativ mit dem Physikunterricht durchgeführt wird, soll den SchülerInnen spielerisch ein Zugang zu den Themen Elektrizität, Stromkreis und Leitfähigkeit ermöglicht werden. Die SchülerInnen sollen dabei im Rahmen von Experimenten mit dem BBC micro:bit verschiedene Stoffe und Materialien auf ihre Leitfähigkeit überprüfen. Die Unterrichtseinheit kann dann erweitert werden, indem in weiterer Folge mithilfe des micro:bit das bekannte Geschicklichkeitsspiel <i>Der heiße Draht</i> umgesetzt wird. Damit werden im Rahmen dieses Unterrichtsbeispiel mehrere Kompetenzen angesprochen: Einerseits sollen SchülerInnen essenzielle Inhalte des Physikunterrichts wie den Stromkreis erlernen und andererseits werden informatische Denkweisen durch die Lösung des Problems mithilfe des BBC micro:bit geschult.
benötigte Ressourcen	BBC micro:bit, Computer mit Internetzugang, JavaScript Blockeditor, Schreibutensilien, Krokodilklemmen (optional: LEDs)
Schulstufe	7. bis 8. Schulstufe
Kontext des Unterrichtsbeispiels	Fächerintegrativer Unterricht in Physik und Informatik
Zeitraumen	Ein bis drei Unterrichtseinheiten

Didaktischer Hintergrund

Das Unterrichtsfach Physik ist in der AHS-Unterstufe und der NMS von zweiten bis zur vierten Klasse als Pflichtfach von jeder Schülerin und jedem Schüler zu besuchen. Dabei wird der Bereich rund um das Thema Elektrizität explizit in den Lehrplänen der dritten und vierten Klasse erwähnt und vorgeschrieben. Es wird dabei in beiden Lehrplänen angemerkt, dass die SchülerInnen auf Basis von Alltagserfahrungen Zugang zu diesem Thema finden sollen und dadurch

²¹⁹ Vgl. das vorangegangene Kapitel *Rechtliches, Zitation, Quellenangaben* für mögliche Angaben zu Quellen und Vorlagen, die für die Erstellung des Beispiels herangezogen wurden.

ein tiefergehendes Verständnis von Elektrizität und Energie im Allgemeinen erhalten sollen.^{220, 221}

Das Unterrichtsbeispiel, welches mithilfe des BBC micro:bit umgesetzt wird, kann aufgrund des Lehrplanbezugs vorwiegend in der dritten oder vierten Klasse eingesetzt werden und eignet sich ideal dazu, einen Einstieg in das Thema Elektrizität, Stromkreis und Leitfähigkeit zu schaffen. Dabei sollen die SchülerInnen mithilfe des BBC micro:bit selbstständig einige Experimente zur Leitfähigkeit verschiedener Materialien durchführen. Das Ziel sollte dabei sein, wie in den Lehrplänen beschrieben, anhand von Alltagserfahrungen ein tieferes Verständnis für die Materie zu erhalten. Die Erarbeitung anhand von selbstständigen Experimenten wird durch den Lehrplan explizit forciert, denn es wird erwähnt, dass an passenden Stellen im Unterricht den SchülerInnen „[die] Gelegenheit zu möglichst selbstständigem Untersuchen, Entdecken bzw. Forschen“^{222, 223} zu ermöglichen ist.

Die Inhalte des Physikunterrichts werden hierbei mit den Inhalten des Informatikunterrichts im Rahmen eines fächerintegrativen Unterrichts kombiniert, weshalb auch Kompetenzen des Informatikunterrichts, die etwa durch das digi.komp8-Modell beschrieben werden, abgedeckt werden. In diesen Kompetenzen wird besonders der Bereich 4 abgedeckt, wo erwähnt wird, dass die SchülerInnen einfache Programme erstellen können und alltägliche Algorithmen beschreiben können.²²⁴

Das Beispiel kann auch erweitert werden, indem das bekannte Geschicklichkeitsspiel *Der heiße Draht* mit den SchülerInnen umgesetzt wird. Im Rahmen der Umsetzung dieses Spiels kann das Beispiel nicht nur zur Einführung in die Materie der Elektrizität, sondern auch als Auflockerung des Unterrichts oder zur Sicherung des Erlernten eingesetzt werden.

Voraussetzung und Vorbereitungen

Es ist notwendig, dass der BBC micro:bit in Klassenstärke vorhanden ist und zur Verfügung steht – dies ist für die Programmierung und den nachfolgenden praktischen Einsatz bei den Experimenten essenziell.

²²⁰ Vgl. BMBWF, AHS-Lehrplan, Abschnitt Physik.

²²¹ Vgl. BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 72-76.

²²² BMBWF, AHS-Lehrplan, Abschnitt Physik.

²²³ BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 81.

²²⁴ Vgl. BMBWF, digi.komp8.

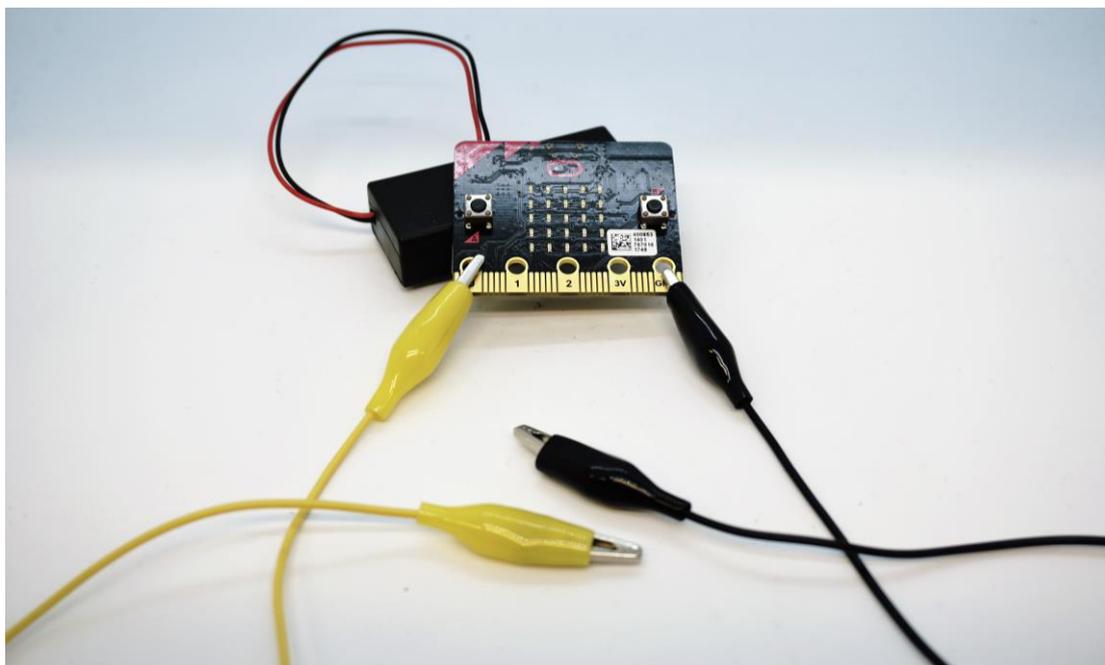
Für die Erstellung des Programms ist des Weiteren als Voraussetzung Grundlagenwissen in der Programmierung und in der Handhabung des BBC micro:bit erforderlich.

Ablauf des Unterrichtsbeispiels

Das Beispiel eignet sich ideal als Einstieg in die Themen Elektrizität, Stromkreis und elektrische Leitfähigkeit von Stoffen. Diese Themen sollen allerdings in praktischer Arbeit mit dem micro:bit erarbeitet werden, weshalb auf eine theoretische Erklärung verzichtet wird und gleich mit der Programmierarbeit begonnen werden soll. Sollten allerdings Unklarheiten auftreten, kann natürlich Lehrperson den SchülerInnen helfen und Erklärungen geben.

Als Anleitung für die Programmierarbeit dient den SchülerInnen dabei das Arbeitsblatt, welches sie von der Lehrkraft erhalten. Dieses befindet sich im Anhang dieser Arbeit.²²⁵ Sollte es Probleme bei der Umsetzung geben, kann das Beispiel alternativ allerdings auch in Kooperation mit der Lehrkraft erstellt werden.

Der Ablauf des Beispiels sollte so sein, dass zuerst zwei Krokodilklemmen (eine für die Erdung und eine für die Verbindung zu einem Pin) an den BBC micro:bit angebracht werden. Dies ist erforderlich, um Messungen durchführen zu können, die zeigen sollen, ob der zu untersuchende Gegenstand leitfähig ist oder nicht. Die Krokodilklemmen sollen dabei wie folgt angebracht werden:

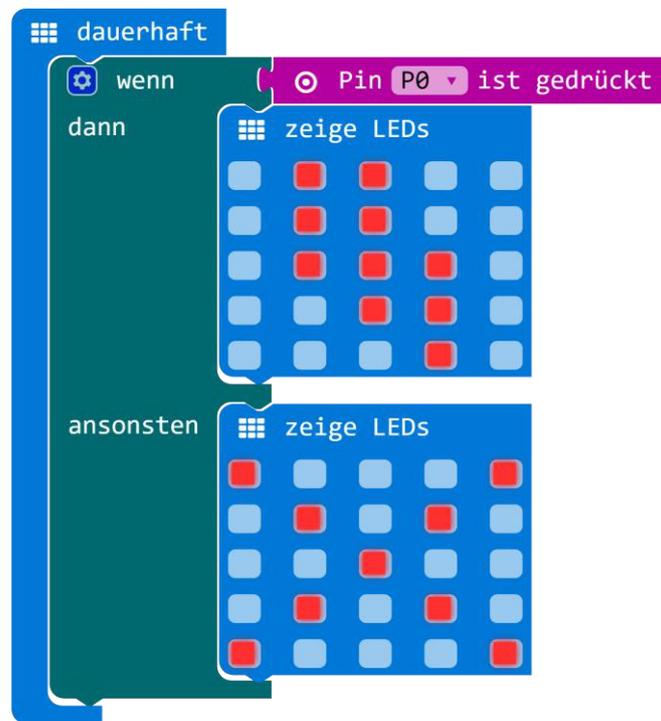


Anschluss der Krokodilklemmen an den micro:bit

²²⁵ Vgl. *Arbeitsblatt 1 – Leitfähigkeit*, S. 114 im Anhang dieser Arbeit.

Anschließend kann begonnen werden, das Programm zu erstellen. Das Ziel soll dabei sein, dass auf den LEDs (z. B. durch ein Blitzsymbol) angezeigt wird, ob das untersuchte Material leitfähig ist. Dabei werden die beiden Krokodilklemmen am zu untersuchenden Gegenstand befestigt.

Eine Musterlösung für das Beispiel könnte wie folgt aussehen:



Musterlösung für das Beispiel "Elektrizität" (<http://makecode.microbit.org>)

Wie auf der oberen Musterlösung ersichtlich, wird bei diesem Beispiel ständig der Wert des Pins – in diesem Fall Pin 0 – ausgelesen. Es wurde dabei überprüft, ob der Pin ‚gedrückt‘ ist – also ob der Stromkreis geschlossen wurde. Wenn das Material, an dem die beiden Krokodilklemmen befestigt werden, leitfähig ist, gilt der Pin als gedrückt. Deshalb wird hier mittels eines Wenn-Blocks abgefragt, ob der Pin gedrückt wird.

Zur Visualisierung wird dann, wenn Strom fließt und das Material somit leitfähig ist, mit den LEDs ein Blitz angezeigt, ansonsten ein „X“.

Weiterer Verlauf der Einheit

Nachdem die Programmierarbeit abgeschlossen wurde, sollen die SchülerInnen mit dem micro:bit und den angeschlossenen Krokodilklemmen einige Experimente durchführen. Die

SchülerInnen können sich dabei z. B. in Dreiergruppen zusammenschließen. Es sollen dabei verschiedene Gegenstände des Alltags, die für die SchülerInnen in Reichweite sind, untersucht werden (etwa Münzen, Stifte, Geländer, ...).

Die SchülerInnen können sich dabei auch außerhalb des Klassenraums bewegen. Sie sollten dabei kurz notieren, welchen Gegenstand sie untersucht haben und ob dieser leitfähig ist, oder nicht. Hierzu lässt sich im Anhang dieser Arbeit ein eigenes Arbeitsblatt finden.²²⁶ Die Ergebnisse sollten dann im Rahmen einer Kurzpräsentation der Klasse vorgestellt werden.

Tipps zur Umsetzung

Sollte es nicht möglich sein, dass sich die SchülerInnen frei im Schulgelände bewegen, können auch von der Lehrperson verschiedene Stoffe zur Verfügung gestellt werden, die auf die Leitfähigkeit überprüft werden (z. B. Aluminiumfolie).

Förderung der Kreativität durch das Unterrichtsbeispiel

Die SchülerInnen können bei den Experimenten frei auswählen, in welche Richtung sie Messungen und Testungen durchführen möchten. Auch bei der Erstellung des Programms kann den SchülerInnen kreativer Freiraum gewährt werden.

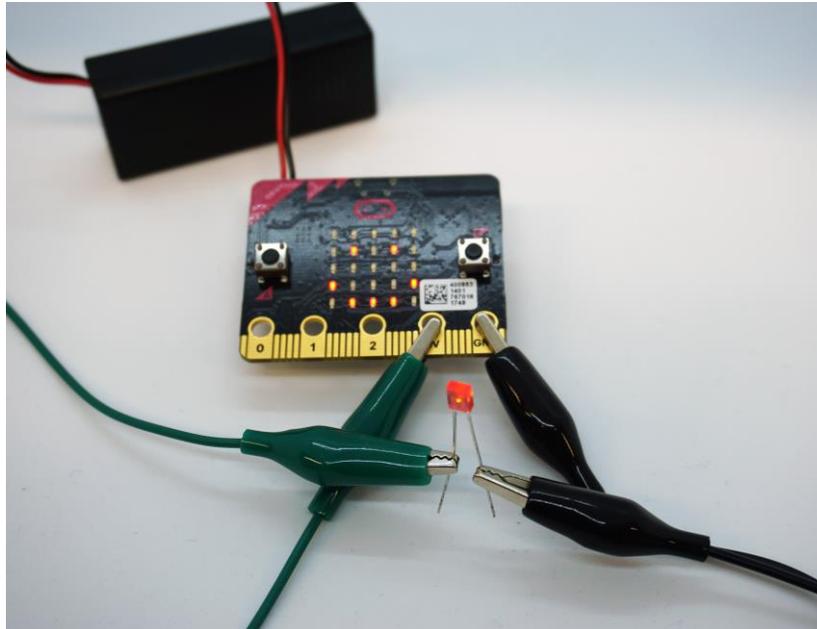
Erweiterungen, Ergänzungen und andere Varianten des Unterrichtsbeispiels

Der Themenbereich der Elektrizität mit dem BBC micro:bit bietet eine Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten. Zuerst sei erwähnt, dass mit dem micro:bit nicht nur ausgelesen werden kann, ob Strom fließt oder nicht, sondern auch, wie stark der Strom fließt. Dies geschieht durch das Abfragen des analogen Wertes eines Pins des micro:bit. Dazu könnte man aufbauend auf das erste Beispiel die SchülerInnen als Erweiterung des Beispiels auch messen lassen, wie stark ein Gegenstand elektrischen Strom leitet. Besonders gut eignet sich hierzu die Testung an Pflanzenerde – hier kann man den Unterschied zwischen trockener Erde, halb-feuchter Erde und feuchter Erde messen. Die genaue Anleitung dazu findet sich im nachfolgenden Arbeitsblatt 2.²²⁷

²²⁶ Vgl. Arbeitsblatt *Experimente zur elektrischen Leitfähigkeit*, S. 115 im Anhang dieser Arbeit.

²²⁷ Vgl. Arbeitsblatt 2 - *Messen, messen, messen*, S. 116-117 im Anhang dieser Arbeit.

Mit dem BBC micro:bit kann allerdings nicht nur gemessen werden, ob Strom fließt, sondern es können auch kleine Geräte mit Strom versorgt werden können. Ein Beispiel wäre hierfür wäre im Rahmen des Unterrichts etwa die Stromversorgung eines Lämpchens:



Der BBC micro:bit zur Stromversorgung

Dies könnte in verschiedenen Kontexten eingebaut werden, beispielsweise könnte mit mehreren Leuchten eine eigene Ampel gebaut werden. Verschiedene Übungen zur Stromversorgung eines Lämpchens finden sich im nachfolgenden Arbeitsblatt 3.²²⁸ Das Lämpchen könnte z. B. auch als Indikator eingesetzt werden, ob Strom fließt, oder nicht.

Das Lämpchen, das leuchten erhalten soll, wenn Strom fließt, könnte eingesetzt werden, um das Geschicklichkeitsspiel *Der heiße Draht* umzusetzen.²²⁹ Dieses Spiel benötigt nur wenige Materialien zur Vorbereitung, es kann bereits mit etwas Alufolie und Isolierband umgesetzt werden. Für elaboriertere Varianten mit größerem Umfang ist es allerdings zu empfehlen, sich etwa mit dem Werklehrer bzw. der Werklehrerin zusammenzutun und im Rahmen eines fächerverbindenden Unterrichts im Werkunterricht einen Parcours mit ‚echtem‘ Draht zu erstellen.

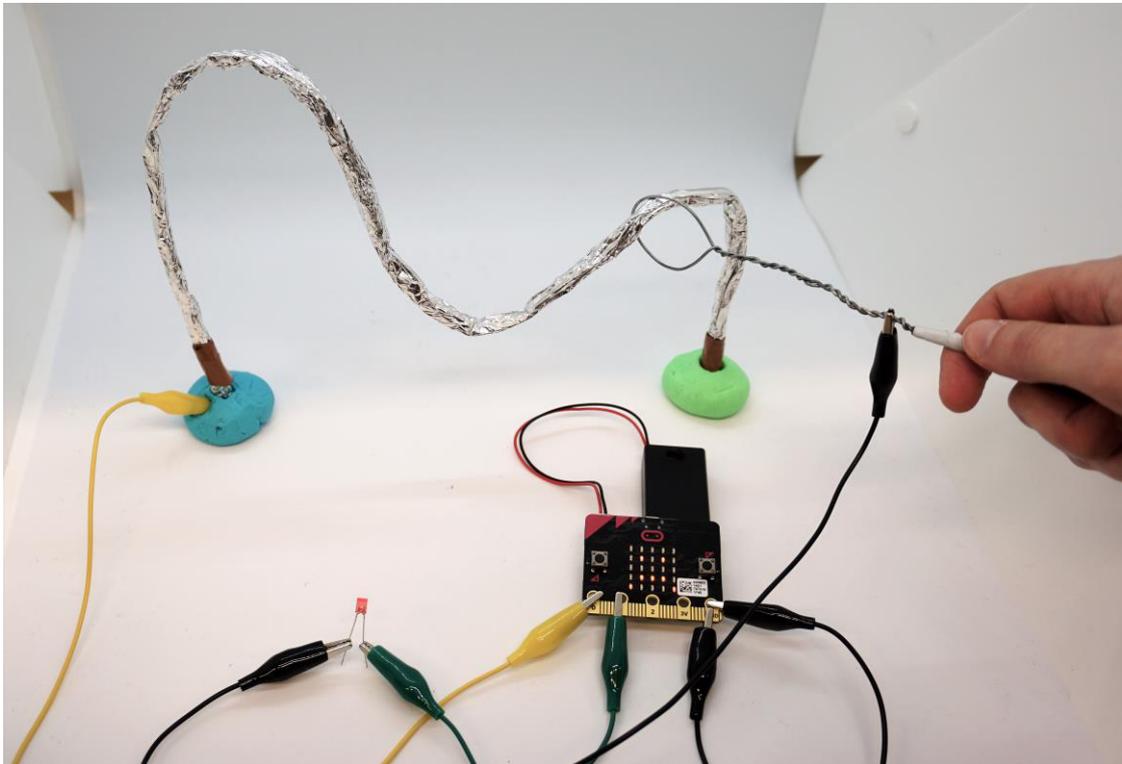
Es soll allerdings gezeigt werden, dass auch im Rahmen des Physikunterrichts mit wenig Aufwand das Spiel hergestellt werden kann. Hierzu nun einige Bilder, wie eine solche Vorbereitung aussehen kann, bei der nur Alufolie verwendet wurde:

Zuerst sollten die Krokodilklemmen richtig an den BBC micro:bit angeschlossen werden:

²²⁸ Vgl. *Arbeitsblatt 3 – Es werde Licht!*, S. 118 im Anhang dieser Arbeit.

²²⁹ Vgl. *Arbeitsblatt Der heiße Draht*, S. 119-120 im Anhang dieser Arbeit.

Der Parcours wurde ebenfalls mit Alufolie erzeugt, indem diese zu einer schlauchartigen Form zusammengerollt wurde. Anschließend wurde diese mit Plastilin an den Tisch befestigt. Eine ähnliche Variante kann von den SchülerInnen gebaut werden und am Schultisch befestigt werden. Das Ergebnis sieht wie folgt aus:



Der Parcours für das Spiel "der heiße Draht"

Bevor gespielt werden kann, muss allerdings das Programm für den BBC micro:bit erstellt werden. Es soll eine Adaptierung des vorhin erstellten Programms, das zur Messung der Leitfähigkeit gedient hat, sein. Es kann allerdings andererseits auch von Grund auf nur für dieses Spiel erstellt werden. Das Prinzip des Programms bleibt jedoch gleich: Es wird ausgelesen, ob der Pin 0 gedrückt ist, dies bedeutet, dass es in diesem Fall einen Kontakt gibt. Sollte der Stromkreis beim Pin 0 geschlossen sein, so wird mittels dem Pin 1 das Lämpchen auf den digitalen Wert 1 gesetzt und leuchtet somit.

Eine Musterlösung für das Programm sieht dabei wie folgt aus:



Musterlösung für das Programm zum Spiel "der heiÙe Draht" " (<http://makecode.microbit.org>)

Wie hier ersichtlich, wird neben dem Lämpchen auch zusätzlich auf den LEDs des micro:bit ein trauriger Smiley angezeigt, wenn ein Kontakt hergestellt wurde und somit Strom fließt. Wie auf der Musterlösung gezeigt, ist es ebenso wichtig, den digitalen Wert des Pin 1, nachdem der Kontakt beendet wurde, wieder auf Null zu setzen, da das Lämpchen sonst für immer weiterleuchtet.

ARBEITSBLATT 1 - LEITFÄHIGKEIT

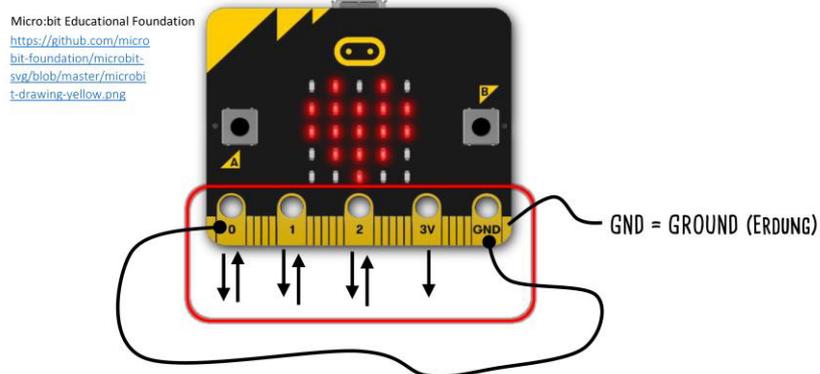
Erstelle ein Programm für den BBC micro:bit, mit dem du die elektrische Leitfähigkeit eines Gegenstandes bestimmen kannst.

Du benötigst dazu zusätzlich 2 Krokodilklemmen!



Elektrischer Strom fließt nur in einem geschlossenen Stromkreis.

Die goldenen Pins (elektrische Kontakte) 0,1, und 2 reagieren auf elektrische Ströme. Sie können Mikroströme aussenden und empfangen. Man nennt sie deswegen auch **Input-Output-Pins**, oder kurz **IO-Pins**.

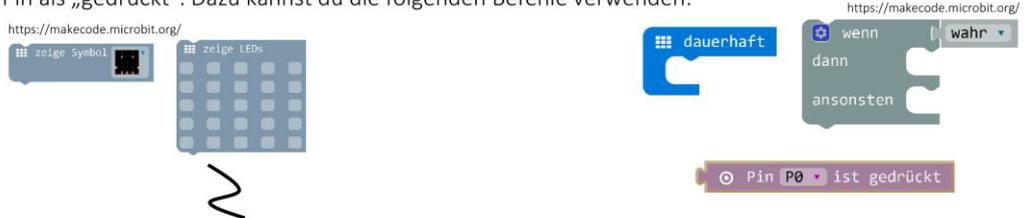


Verbindest du beispielsweise **Pin 0** mit dem **GND-Pin**, so ist der Stromkreis geschlossen. Du kannst dafür eine Krokodilklemme benutzen oder einfach beide Pins mit deinen Fingern anfassen.



DEIN KÖRPER LEITET NÄMLICH ELEKTRISCHEN STROM!

1. Schreibe nun ein Programm für den BBC micro:bit, mit dem du immer und immer wieder (dauerhaft) überprüfst, ob Pin 0 (1, 2) mit dem GND-Pin verbunden ist. Wenn der Strom fließt, gilt der Pin als „gedrückt“. Dazu kannst du die folgenden Befehle verwenden:



2. Benutze das LED-Display des BBC micro:bit für die Anzeige, ob der Stromkreis geschlossen wurde oder nicht. ZUM BEISPIEL MIT EINEM LACHENDEN SMILEY UND EINEM TRAUIGEN SMILEY

3. Teste dein Programm! Schnapp dir einen Partner oder eine Partnerin und teste verschiedene Gegenstände und Materialien auf ihre Leitfähigkeit, indem du die Krokodilklemmen verwendest.

VERWENDET DAZU DAS NÄCHSTE ARBEITSBLATT, UM EURE ERGEBNISSE ZU NOTIEREN!



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

EXPERIMENTE ZUR ELEKTRISCHEN LEITFÄHIGKEIT

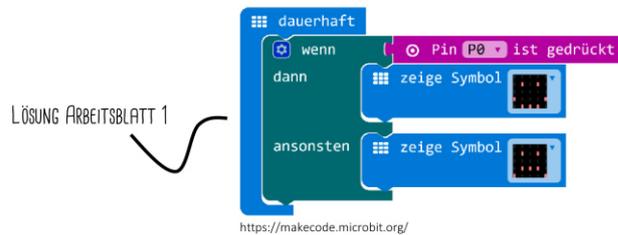
Verwende nun den BBC micro:bit mit deinem erstellten Programm und den Krokodilklemmen, um einige Experimente zur elektrischen Leitfähigkeit durchzuführen. Arbeitet dabei zu zweit zusammen und notiert eure Ergebnisse in der folgenden Tabelle:

UNTERSUCHTER GEGENSTAND	LEITFÄHIG?
	<input type="checkbox"/>

Sonstige Anmerkungen/Beobachtungen:

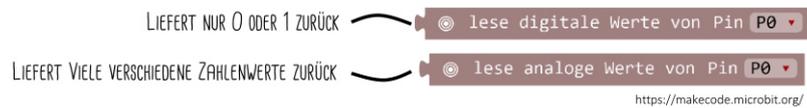
ARBEITSBLATT 2 - MESSEN, MESSEN, MESSEN (1)

Bisher lieferte die Messung der Leitfähigkeit mit dem BBC micro:bit nur zwei mögliche Zustände:
leitend 😊 oder nichtleitend ☹️



Wollen wir nicht nur zwischen leitend und nicht-leitend, also 1 und 0 oder „Pin 0 gedrückt“ und „Pin 0 nicht gedrückt“ unterscheiden, dann benötigen wir genauere Zahlenwerte für die Leitfähigkeit.

In der Kategorie „Fortgeschritten“ > „Pins“ findest du die folgenden 2 Befehle:

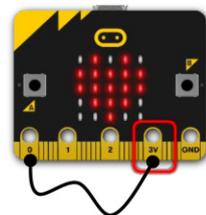


Das kannst du nun ausnutzen, um festzustellen, ob eine Pflanze ausreichend mit Wasser versorgt ist oder nicht. (ZUM TESTEN REICHT AUCH EINFACH EIN BEHÄLTER MIT ERDE.)

Du verwendest dabei die Eigenschaft von Wasser, Strom zu leiten.

Wenn du also von der 3V-Spannungsversorgung einen Stromkreis zum Pin 0 erstellst, der durch die Erde (das Wasser) führt, so wird am Pin 0 eine höhere Spannung zu messen sein, als wenn der Stromkreis offen ist.

Micro:bit Educational Foundation



AM 3V-PIN HERRSCHT EINE SPANNUNG VON 3,3 VOLT

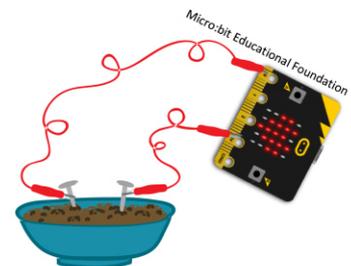
JETZT BIST DU DRAN! ARBEITE MIT EINER KOLLEGIN ODER EINEM KOLLEGEN ZUSAMMEN!

1. Schreibe ein Programm, das immer und immer wieder (dauerhaft) den analogen Wert von Pin 0 am LED-Display des BBC micro:bit ausgibt. Du kannst dafür die folgenden Befehle verwenden:



- Nimm einen Topf und befülle diesen bis zur Hälfte mit Erde. (Falls verfügbar, kannst du auch gleich eine Topfpflanze verwenden)
- Nimm 2 Nägel und befestige diese mit ausreichend Abstand in der Erde.
- Nimm 2 Krokodilklemmen und schließe diese jeweils an die Nägel an.

5. Verbinde das andere Ende der Krokodilklemme mit dem BBC micro:bit. Eine Klemme muss dabei an Pin 0 und die andere Klemme am 3V-Pin angeschlossen werden.



Dieses Werk ist lizenziert unter einer
Creative Commons Namensnennung
4.0 International Lizenz

Technische Universität Graz

ARBEITSBLATT 2 - MESSEN, MESSEN, MESSEN (2)

Wenn du dein Programm auf den BBC micro:bit übertragen hast, kannst du deine Versuchsreihe starten:

Nimm dir Zettel, Bleistift und einen Behälter mit Wasser zur Hand und notiere den am LED-Display angezeigten Wert.



EIN KLEINER TIPP:
 Miss zuerst die Leitfähigkeit der **trockenen**, anschließend die der **halb-feuchten** und, als letztes, die der **feuchten** Erde.
 Denn umgekehrt müsstest du warten, bis die Erde langsam austrocknet. 😊

ZUSTAND DER ERDE	ANGEZEIGTER WERT AM BBC MICRO-BIT	MINIMALER WERT FÜR DIESEN ZUSTAND	MAXIMALER WERT FÜR DIESEN ZUSTAND
TROCKEN			
HALB-FEUCHT			
FEUCHT			
NASS			

PLATZ FÜR DEINE NOTIZEN:

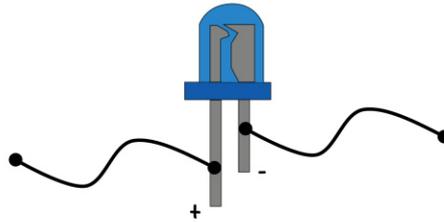


Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

ARBEITSBLATT 3 - ES WERDE LICHT!

An die Ports 0, 1 und 2 können sehr leicht LEDs mit Krokodilklemmen angeschlossen werden.

1. Nimm dir eine LED und betrachte diese genau! Was fällt dir auf?
2. Genau! Die LED hat ein kürzeres Bein und ein längeres Bein.
3. LEDs leuchten, wenn Strom in einer Richtung durch sie fließt. Sie haben zwei Anschlussdrähte, einen längeren, das ist der **Pluspol** oder die **Anode** und einen kürzeren, das ist der **Minuspole** oder die **Kathode**.



4. Nimm nun 2 Krokodilklemmen und befestige jeweils ein Ende der Klemme an der Kathode und der Anode.
5. Eine LED wird meist mit der **Kathode** am **GND-Pin** und mit der **Anode** am **Pin 0, 1 oder 2** angeschlossen.

6. Schreibe ein Programm, das die LED zum leuchten bringt!

HINWEIS: Wenn du in deinem Programm den digitalen Wert von Pin 0 (1,2) auf 1 setzt („Strom ein“), dann herrscht am Pin 0 (1,2) ein Spannungspegel von 3,3 Volt. An GND ist eine Spannung von 0 V. Es fließt Strom und die LED leuchtet. Der folgende Befehl wird dazu benötigt:

<https://makecode.microbit.org/>

schreibe digitalen Wert von Pin **P0** auf **1**

DU FINDEST DEN BEFEHL UNTER „FORTGESCHRITTEN“ > „PINS“!

WEITERE IDEEN:

LASS DEINE LED BLINKEN! 
 VERÄNDERE DIE HELLIGKEIT DER LED!
 BAUE UND PROGRAMMIERE EINE AMPEL!



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Alle Abbildungen, sofern nicht anders gekennzeichnet, sind frei von Urheberrechten.

Technische Universität Graz

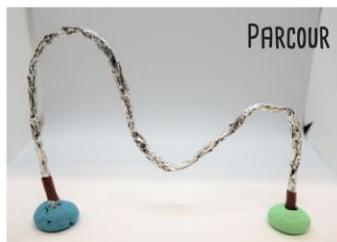
ARBEITSBLATT - DER HEIßE DRAHT (1)

In dieser Einheit sollst du nun, aufbauend auf deine Experimente zur elektrischen Leitfähigkeit, das bekannte Geschicklichkeitsspiel „Der heiße Draht“ mithilfe des BBC micro:bit nachbauen.

ARBEITSSCHRITTE:

Für das Spiel benötigst du 4 Elemente: einen Parcours, einen Spielstab, Krokodilklemmen und den BBC micro:bit

1) Bastle einen Parcours. Im einfachsten Falle kannst du dafür Alufolie und ein Isolierband verwenden. Forme dabei die Alufolie zu einem Schlauch und biege diesen dann anschließend zurecht. Klebe die Ende des Parcours am Tisch fest oder verwende Plastelin als Halterung.



Alufolie und Plastelin sind miteinander verbunden. Das Isolierband wird weiter oben angebracht.

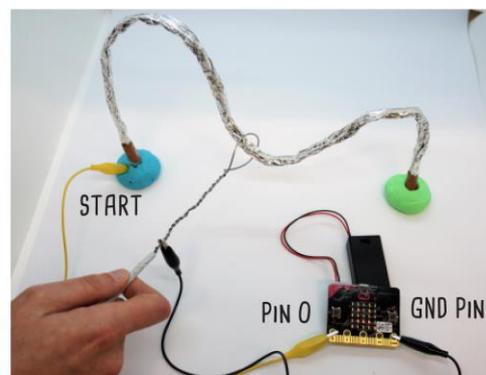
Dieses Ende der Bahn ist vollständig mit Isolierband abgeklebt. Alufolie und Plastelin berühren sich nicht.

2) Bastle einen Spielstab, indem du z.B. einen Stift teilweise mit Alufolie umwickelst und eine Schlaufe formst. Du kannst auch einen Draht zurecht biegen. Dort wo der Spielstab angefasst wird, darf kein leitendes Material sein. Verwende z.B. Isolierband um einen Griff zu formen.



3) Als nächstes werden die Krokodilklemmen an den Parcours, den Griff und den BBC micro:bit angeschlossen. Es werden 2 Kabel benötigt. Um den Parcours „unter Strom“ zu setzen, muss ein Ende an Pin 0,1 oder 2 und das andere Ende mit dem Plastelin (beim Start) oder der Alufolie verbunden werden. Das zweite Kabel muss am (leitenden Teil des) Spielstabes und am Ground (GND) Pin des BBC micro:bit angeschlossen werden.

Die Krokodilklemmen sollten also wie folgt an den BBC micro:bit angeschlossen sein:



ARBEITSBLATT - DER HEIßE DRAHT (2)

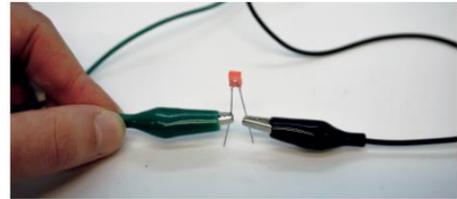
3) Nachdem die Aufbau- und Anschlussarbeiten abgeschlossen wurden, kann mit der Programmierung des BBC micro:bit begonnen werden. Es kann dabei das Programm, das zuvor zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit erstellt wurde, weiterverwendet werden. Es soll also dauerhaft abgefragt werden, ob Pin 0 gedrückt ist (also, ob der Stromkreis geschlossen ist). Damit sollst du überprüfen, ob eine Berührung stattgefunden hat.

TIPP: Um abzufragen, ob der Stromkreis geschlossen ist, wirst du diesen Block benötigen:

Du findest diesen Block unter „Eingabe“!

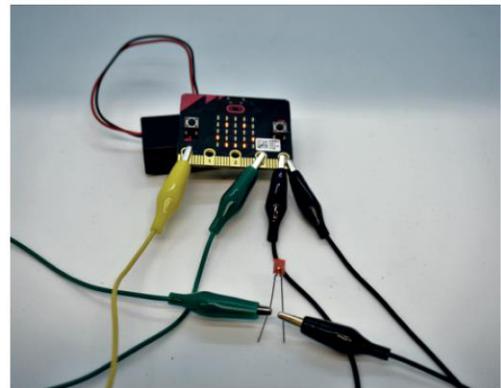
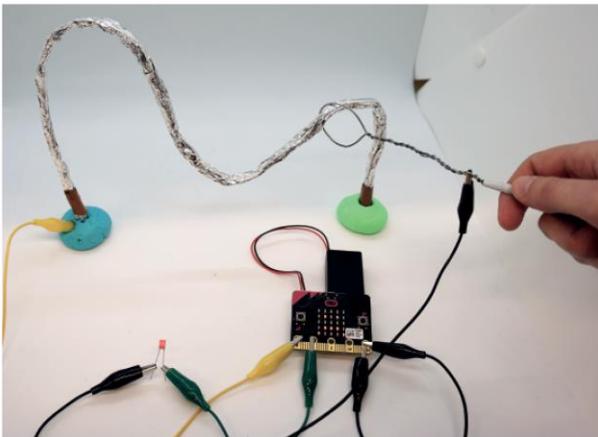


NOCH EIN TIPP: Du kannst zusätzlich eine LED anschließen, die nur dann leuchten soll, wenn eine Berührung stattgefunden hat.



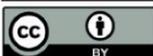
Wie du eine LED zum Leuchten bringen kannst, wurde ja schon am Arbeitsblatt 3 behandelt. Vergiss nicht, die LED wieder auszuschalten, wenn keine Berührung zwischen Parcours und Spielstab mehr stattfindet.

So kann das ganze aussehen:



4) Nachdem die Vorbereitungen und die Programmierarbeit abgeschlossen ist, kannst du das Spiel ausprobieren! Versuche dabei, den Parcours ohne Berührungen zu schaffen.

VIEL SPAß!



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz

Die abgebildeten Grafiken sind, sofern nicht anders angegeben, frei von Urheberrechten.

Technische Universität Graz

Unterrichtsbeispiel 2 – Sprach- und Schreibförderung mit dem BBC micro:bit²³⁰

Eckdaten	
Ziel des Unterrichtsbeispiels	Das Unterrichtsbeispiel soll dazu dienen, die Sprach- und Textkompetenz der SchülerInnen zu fördern. Dies geschieht dabei mittels einer Übung, bei der die SchülerInnen abwechselnd mithilfe des BBC micro:bit eine Geschichte schreiben sollen. Das Ziel der Stunde ist also einerseits die Schreibförderung der SchülerInnen und andererseits werden Programmierkenntnisse mit dem micro:bit geschult und vertieft.
benötigte Ressourcen	BBC micro:bit, Computer mit Internetzugang, JavaScript Blockeditor, Schreibutensilien
Schulstufe	5. bis 8. Schulstufe
Kontext des Unterrichtsbeispiels	Fächerintegrativer Unterricht in Deutsch und Informatik
Zeitraumen	Ein bis zwei Unterrichtseinheiten

Didaktischer Hintergrund

Der Themenbereich der Sprach- und Schreibförderung ist für alle Altersstufen sowohl in der Neuen Mittelschule als auch in der AHS-Unterstufe (bzw. dort sogar noch in der AHS-Oberstufe) ein zentrales Element des Deutschunterrichts. Besonders zu Beginn der Unterstufe haben SchülerInnen oft noch Defizite im Bereich Schreiben und Textkompetenz, die sie oft aus der Volksschule mitbringen. Besonders im urbanen Gebiet ist es oft auch der Fall, dass Deutsch als Zweitsprache und nicht als Erstsprache gelernt wird, wodurch zusätzliche Probleme auftreten. Deshalb gibt es viele Varianten und Übungen zur Sprach- und Schreibförderung. Hier wurde eine Übung in den Fokus gerückt, bei der die SchülerInnen eine Einleitung vorgegeben bekommen und anschließend den Text in Partnerarbeit fertig schreiben sollen. In der Deutschdidaktik wird ein solches Übungskonzept als *Ping-Pong-Geschichte* oder *Echo-Text* bezeichnet. Die

²³⁰ Vgl. das vorangegangene Kapitel *Rechtliches, Zitation, Quellenangaben* für mögliche Angaben zu Quellen und Vorlagen, die für die Erstellung des Beispiels herangezogen wurden.

beiden Lehrpläne^{231, 232} schreiben auch vor, dass die SchülerInnen mit technischen Hilfsmitteln umgehen können sollen, was durch den Einsatz des micro:bit abgedeckt wird.

Der Einsatz des micro:bit deckt im Bereich Informatik einige Kompetenzen, die mit dem digi-komp8-Modell²³³ beschrieben werden, ab. Dies betrifft vor allem den Bereich „Koordination und Steuerung von Abläufen“²³⁴, wo beschrieben wird, dass die SchülerInnen einfache Programme erstellen können sollen.

Voraussetzung und Vorbereitungen

Für die effiziente Arbeit im Unterricht sollte der BBC micro:bit zumindest in einem solchen Umfang vorhanden sein, damit die SchülerInnen zu zweit an einem Gerät arbeiten können. Idealerweise hat natürlich jede/r Schüler/in seinen/ihren eigenen micro:bit.

Für die Erstellung des Programms ist des Weiteren als Voraussetzung Grundlagenwissen in der Programmierung (insbesondere Abfragen) und in der Handhabung des BBC micro:bit erforderlich.

Ablauf des Unterrichtsbeispiels

Das Beispiel kann in jeder Schulstufe eingesetzt werden und bedarf keinen besonderen Vorkenntnissen. Das Ziel der Einheit ist es, dass die SchülerInnen aufbauend auf eine Einleitung, die vorgegeben wird, eine Geschichte mithilfe des BBC micro:bit schreiben sollen. Der Ablauf soll dabei so sein, dass die SchülerInnen zu zweit arbeiten und nach jedem Satz immer wieder das Blatt untereinander austauschen und somit die Geschichte zu zweit schreiben. Der BBC micro:bit soll dazu dienen, um den SchülerInnen den Anfangsbuchstaben des jeweils folgenden Satzes vorzugeben. Dies erhöht einerseits den Schwierigkeitsgrad der Übung und andererseits werden so auch die lexikalischen Fähigkeiten der SchülerInnen trainiert, da sie passende Sätze und Satzanfänge mit dem jeweiligen Buchstaben, den der BBC micro:bit vorgibt, finden müssen.

²³¹ Vgl. BMBWF, AHS-Lehrplan, Abschnitt Deutsch.

²³² Vgl. BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 26-35.

²³³ Vgl. BMBWF, digi.komp8.

²³⁴ Ebda.

Die Programmierung des micro:bit soll dabei in selbstständiger Arbeit erfolgen. Es findet sich dazu beigelegt zu dieser Arbeit ein Arbeitsblatt²³⁵, mit welchem die SchülerInnen das Programm eigenständig erarbeiten können. Vorausgesetzt wird dabei die Kenntnis von Arrays und Abfragen. Sollte es Schwierigkeiten geben, kann das Beispiel alternativ auch gemeinsam mit der Lehrkraft erstellt werden.

Eine mögliche Musterlösung für dieses Beispiel könnte dabei wie folgt aussehen:

```

beim Start
  zeige Symbol
  ändere Buchstaben auf (
    Erstelle Array mit (
      " A "
      " B "
      " D "
      " E "
      " F "
      " G "
      " H "
      " I "
      " J "
      " K "
      " L "
      " M "
      " N "
      " O "
      " P "
      " R "
      " S "
      " T "
      " U "
      " V "
      " W "
      " Z "
    )
  )
  wenn geschüttelt
    ändere Zufallsbuchstabe auf (
      wähle eine zufällige Zahl zwischen 0 und 21
    )
    zeige Zeichenfolge (
      Buchstaben rufe Wert ab bei Zufallsbuchstabe
    )
  
```

Musterlösung des Beispiels "Schreibförderung im Deutschunterricht" (<http://makecode.microbit.org>)

²³⁵ Vgl. Arbeitsblatt *Geschichte schreiben (1)*, S. 126 im Anhang dieser Arbeit.

Wie hier auf der Musterlösung dargestellt, wird ein Array zur Speicherung aller möglichen Buchstaben benötigt. Um den Schwierigkeitsgrad moderat zu halten, wurden die Buchstaben „C“, „Q“, „X“, „Y“ ausgeschlossen, da es mit diesen Buchstaben kaum passende Wörter für einen Satzanfang gibt.

Anschließend sollte einprogrammiert werden, dass der Zufallsgenerator, der einen zufälligen Buchstaben auswählt, durch z. B. Schütteln ausgelöst wird. Hier bei soll zufällig ein Wert zwischen 0 und 21 ausgewählt werden (da sich 22 Buchstaben im Array befinden) und anschließend soll dieser Buchstabe ausgegeben werden.

Weiterer Verlauf der Einheit

Nachdem die Programmierung abgeschlossen ist, kann dieses Programm zum Schreiben der Geschichte eingesetzt werden. Wichtig ist dabei, dass die SchülerInnen zu zweit zusammenarbeiten, bei größeren Gruppen ist ansonsten der Leerlauf zu groß.

Die SchülerInnen sollen dann eine Geschichte zu zweit schreiben, die Einleitung bekommen sie dabei vorgegeben.²³⁶ Eine mögliche Einleitung findet sich im Anhang dieser Arbeit. Der micro:bit dient dann dazu, um die Anfänge der Sätze vorzugeben, die die SchülerInnen schreiben. Es genügt dabei, wenn pro Team nur ein micro:bit verwendet wird und dieser weitergegeben wird. Am Ende der Einheit soll pro Gruppe ein kohärenter und stringenter Text herauskommen, die SchülerInnen sollen dazu auch einen passenden Schluss für ihre Geschichte finden.

Tipps zur Umsetzung

Bei der Programmierung sollte darauf geachtet werden bzw. wäre es für die spätere Verwendung von Vorteil, wenn Buchstaben, mit denen nur schwer Wörter gebildet werden können, wie „C“, „Q“, „X“ oder „Y“, von vorneherein aus dem Programm ausgeschlossen werden.

Es sei des Weiteren angemerkt, dass das Unterrichtsbeispiel nicht nur in Deutsch, sondern entsprechend abgewandelt auch in allen anderen Sprachenfächern, wie etwa Englisch, angewandt werden kann.

Förderung der Kreativität durch das Unterrichtsbeispiel

Durch den Einsatz des BBC micro:bit zum Schreiben von narrativen Texten eröffnen sich für die SchülerInnen zahlreiche kreative Möglichkeiten, da durch den micro:bit der Verlauf und

²³⁶ Vgl. Arbeitsblatt *Geschichte schreiben*, S. 127 im Anhang dieser Arbeit.

der Ausgang der Geschichte beeinflusst wird. Auch bei der Erstellung des Programms eröffnen sich für die SchülerInnen verschiedene Varianten, da das oben abgebildete Programm natürlich nur eine Musterlösung darstellt.

Erweiterungen, Ergänzungen und andere Varianten des Unterrichtsbeispiels

Es gibt viele weitere Varianten zur Förderung der Sprach- und Schreibkompetenzen im Deutschunterricht. Das zuvor erstellte Programm kann dabei als Basis für viele andere Übungen verwendet werden. Eine weitere Übung zur Sprach- und Schreibförderung, der *Vierzeiler*, sei hier im Detail vorgestellt:

Ein Vierzeiler ist ein Gedicht, das nur aus vier Zeilen besteht. Das Ziel dabei ist, dass innerhalb dieser vier Zeilen eine kleine Geschichte erzählt wird. Besonders wichtig dabei ist es, dass sich die Zeilen paarweise Reimen sollen (Reimschema: aabb). Mit einem solchen Gedicht kann einerseits die Kreativität der SchülerInnen und Schüler gesteigert werden, andererseits werden ihre Sprachfertigkeiten geschult. Ein Beispiel für ein solches Gedicht wäre:

<p><i>Zwei Jungen spielten fröhlich mit dem Ball, doch plötzlich gab es einen lauten Knall. Eine Hand riss die Jungen am Schopf, denn der Ball flog auf des Nachbars Kopf.</i></p>
--

Der BBC micro:bit könnte hier wiederum dazu eingesetzt werden, indem die Zeilenanfänge durch den micro:bit vorgegeben werden. Um diese Übung einfacher zu gestalten, könnte es allerdings auch so gehandhabt werden, dass nur die Anfänge der ersten und dritten Zeile vom micro:bit vorgegeben werden. Ein Arbeitsblatt zu dieser Übung findet sich im Anhang.²³⁷

²³⁷ Vgl. Arbeitsblatt *Vierzeiler*, S. 128 im Anhang dieser Arbeit.

GESCHICHTE SCHREIBEN (1)

In dieser Einheit sollst du den BBC micro:bit so programmieren, damit dieser später als Hilfsmittel dazu dienen kann, eine Geschichte zu schreiben.

MÖGLICHE ARBEITSSCHRITTE:

1) Das Ziel des Programmes soll es sein, dass durch den BBC micro:bit der Anfangsbuchstabe des nächsten Satzes, den du schreibst, vorgegeben wird. Implementiere also ein Array, welches beim Start des Programmes mit allen Buchstaben des Alphabets gefüllt werden soll. Lass allerdings bei der Implementierung die Buchstaben „C“, „Q“, „X“ und „Y“ weg, da das Geschichtenschreiben sonst zu schwierig wird! Solltest du noch nicht mit Arrays vertraut sein, kannst du dazu zuerst im Internet recherchieren!

TIPP: Halte bei der Implementierung des Arrays nach diesem Block Ausschau:



Du wirst diesen Block unter „Fortgeschritten > Arrays“ finden!

2) Nachdem du das Array implementiert hast, solltest du nun ein passendes Ereignis finden, um das Programm zu starten (z.B. Schütteln des micro:bit, Drücken der Taste A, ...).

3) Abschließend sollst du nun implementieren, dass beim erneuten Eintreten des Ereignisses, ein neuer (zufälliger) Buchstabe angezeigt wird.

TIPP: Du wirst eine Zufallszahl benötigen, um einen Buchstaben an einer zufälligen Position im Array zu wählen und anzeigen zu lassen. Möglicherweise hilft dir dabei dieser Block:

Wie hier erkennbar soll ein Wert zwischen 0 und 21 ausgewählt werden. Es befinden sich nämlich 22 Buchstaben im Array und wie du sicherlich bereits weißt, beginnt die Zählung im Array bei 0 und nicht bei 1!

Nachdem du den zufälligen Wert generiert hast, wirst du noch den Buchstaben, der sich an dieser zufälligen Position befindet, ermitteln müssen. Möglicherweise hilft dir dabei dieser Block:



4) Nachdem du alle Schritte befolgt hast, kannst du nun, gemeinsam mit deinem Sitznachbarn/deiner Sitznachbarin, mit dem Schreiben einer Geschichte beginnen. Befolge dazu die Anweisungen, die du auf dem nächsten Arbeitsblatt findest!



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz

Die abgebildeten Grafiken sind, sofern nicht anders angegeben, frei von Urheberrechten.

Technische Universität Graz

ARBEITSBLATT - VIERZEILER



Zwei Jungen spielten fröhlich mit dem Ball,
doch plötzlich gab es einen lauten Knall.
Eine Hand riss die Jungen am Schopf,
denn der Ball flog auf des Nachbars Kopf.



SCHREIBE NUN DEINEN EIGENEN VIERZEILER MITHILFE DES BBC MICRO:BIT!

Verwende den micro:bit dazu, um die Anfangsbuchstaben der Zeilen zu finden und dichte darauf aufbauend die jeweiligen Verse!

Achte darauf, dass sich bei deinem Vierzeiler die letzten Wörter reimen. Gib deinem Vierzeiler dabei auch eine passende Überschrift und trage ihn anschließend deiner Sitznachbarin/deinem Sitznachbarn vor.

TIPP: Sollte dies zu schwierig sein, kann du auch nur den Anfang der ersten und der dritten Zeile mit dem micro:bit erzeugen.

HIER IST PLATZ FÜR DEINE REIMVERSUCHE:



Dieses Werk ist lizenziert unter einer
Creative Commons Namensnennung
4.0 International Lizenz

Die abgebildeten Grafiken sind, sofern nicht
anders angegeben, frei von Urheberrechten.

Technische Universität Graz

Unterrichtsbeispiel 3 – Die Tonleiter mit dem BBC micro:bit²³⁸

Eckdaten	
Ziel des Unterrichtsbeispiels	Das Unterrichtsbeispiel soll dazu dienen, mit den SchülerInnen die C-Dur-Tonleiter zu erarbeiten. Sie sollen dabei ein Gefühl für die verschiedenen Tonhöhen entwickeln. Das Ziel ist also einerseits das Erlernen der C-Dur-Tonleiter und andererseits die Umsetzung dieser mit dem BBC micro:bit, wodurch auch die Programmierfähigkeiten der SchülerInnen weiterentwickelt werden.
benötigte Ressourcen	BBC micro:bit, Computer mit Internetzugang, JavaScript Blockeditor, Schreibutensilien, Krokodilklemmen, Kopfhörer
Schulstufe	5. bis 6. Schulstufe
Kontext des Unterrichtsbeispiels	Fächerintegrativer Unterricht in Musik und Informatik
Zeitraumen	Ein bis zwei Unterrichtseinheiten

Didaktischer Hintergrund

Das Unterrichtsfach Musik ist ein Pflichtfach in der Unterstufe. Sowohl in der Neuen Mittelschule als auch in der AHS-Unterstufe lassen sich Teilbereiche des Lehrplans wie „Gestalten“ und „Hören“ finden, wo unter anderem aufgeführt wird, dass die SchülerInnen mit Tönen, Rhythmus etc. gestalterisch umgehen können sollen. Daneben wird auch angemerkt, dass die SchülerInnen verschiedene akustische Signale bewusst wahrnehmen können sollen. Das Ziel des Beispiels ist es, dass sich die SchülerInnen mit der C-Dur-Tonleiter vertraut machen, einer der gebräuchlichsten Varianten unter den Tonleitern. Da in den Lehrplänen auch erwähnt wird, dass kreative Problemlösungsstrategien und aktuelle Technologien im Musikunterricht zu integrieren sind, werden diese geforderten Eckpunkte hier durch den Einsatz des BBC micro:bit abgedeckt.^{239, 240}

²³⁸ Vgl. das vorangegangene Kapitel *Rechtliches, Zitation, Quellenangaben* für mögliche Angaben zu Quellen und Vorlagen, die für die Erstellung des Beispiels herangezogen wurden.

²³⁹ Vgl. BMBWF, AHS-Lehrplan, Abschnitt Musik.

²⁴⁰ Vgl. BMBWF, NMS-Lehrplan, S. 77-80.

Im Bereich der Informatik werden durch diese Unterrichtseinheit einige Kompetenzen behandelt. Insbesondere der Bereich „Konzepte“, der im digi-komp8-Modell²⁴¹ beschrieben wird, wird durch diese Unterrichtseinheit angesprochen. Dort findet sich etwa, dass SchülerInnen „Informationen aus dem Alltag kodieren und dekodieren“²⁴² können sollen, was durch das Erkennen und Umsetzen der Tonhöhen in dem micro:bit realisiert wird. Des Weiteren sollen SchülerInnen in der Lage sein, einfache Programme zu erstellen, was durch dieses Unterrichtsbeispiel ebenfalls forciert wird.

Voraussetzungen und Vorbereitungen

Für die effiziente Arbeit im Unterricht sollte der BBC micro:bit in Klassenstärke vorhanden sein – dies ist sowohl bei der Programmierung als auch beim späteren praktischen Einsatz des Beispiels wesentlich.

Da der BBC micro:bit über keinen dezidierten Lautsprecher verfügt, benötigen die SchülerInnen zusätzliches Equipment: Jede/r SchülerIn sollte über Kopfhörer verfügen – aufgrund dessen, dass in der heutigen Generation die allermeisten SchülerInnen ein Smartphone mit Kopfhörern besitzen, sollten diese für die SchülerInnen zugänglich sein. Sollten vereinzelt SchülerInnen keine Kopfhörer besitzen, dann sollten diese von der Lehrkraft aus dem Schulrepertoire zur Verfügung gestellt werden.

Für die Erstellung des Programms ist des Weiteren als Voraussetzung Grundlagenwissen in der Programmierung (insbesondere Schließen und Abfragen) und in der Handhabung des BBC micro:bit erforderlich.

Ablauf des Unterrichtsbeispiels

Das Beispiel ist als Einführung in das Thema Tonhöhe bzw. Tonleiter gedacht. Als Beispiel dafür soll die C-Dur-Tonleiter in den BBC micro:bit einprogrammiert werden und anschließend die Sensibilität für die Erkennung verschiedener Töne mit dem micro:bit geschult werden.

Dies soll in selbstständiger Arbeit der SchülerInnen und Schüler geschehen. Sie erhalten dazu ein Arbeitsblatt²⁴³, welches sie zu eigenständigem Arbeiten ermutigen soll. Alternativ kann das Beispiel auch gemeinsam mit der Lehrkraft erstellt werden.

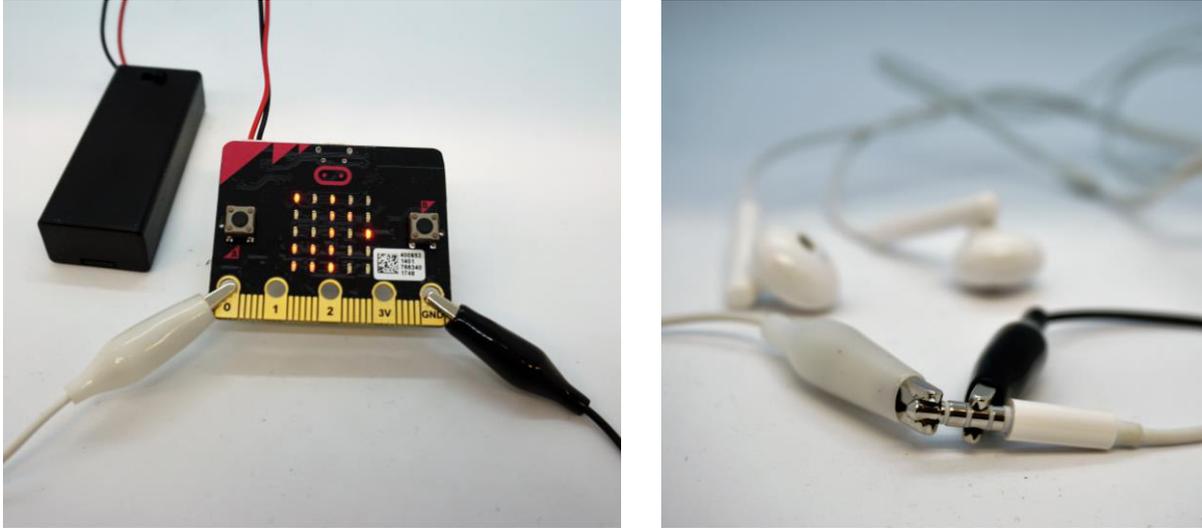
²⁴¹ Vgl. BMBWF, digi.komp8.

²⁴² Ebda.

²⁴³ Vgl. Arbeitsblatt *Tonleiter*, S. 135-136 im Anhang dieser Arbeit.

Für das Beispiel ist – wie zuvor erwähnt – ein Lautsprecher oder Kopfhörer erforderlich. Idealerweise wäre ein Lautsprecher, da die Lautstärke beim BBC micro:bit selbst nicht reguliert werden kann und daher die Ausgabe über den Kopfhörer sehr laut sein kann – hier ist es bei Verwendung von Kopfhörern zu empfehlen, die Kopfhörer nicht ganz nah an das Ohr zu halten.

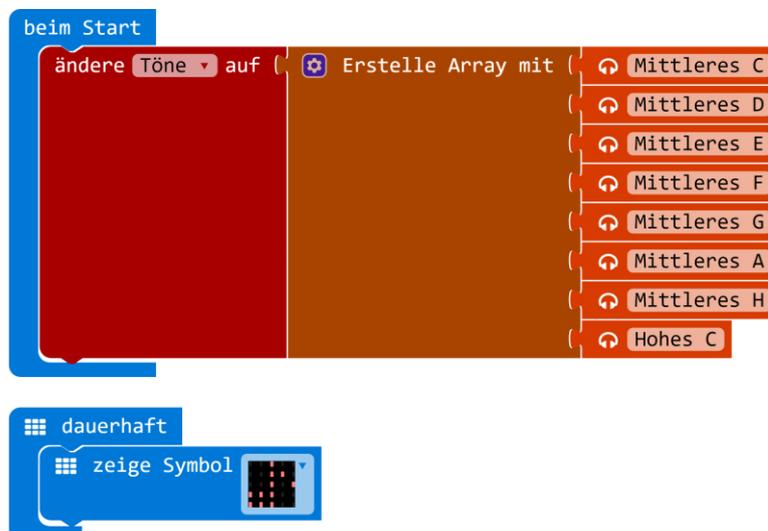
Die Montage von Kopfhörern an den BBC micro:bit erfolgt dabei wie folgt:



Montageanleitung für die Kopfhörer an den BBC micro:bit

Für das Beispiel ist die Kenntnis von Schleifen und – wenn das Beispiel auf diese Weise konstruiert wird – auch Arrays erforderlich. Zu Beginn sollen sich die SchülerInnen mit der C-Dur-Tonleiter und deren Töne vertraut machen und diese in den BBC-micro:bit implementieren. Anschließend sollte, zur Sensibilisierung der SchülerInnen für Tonhöhen, eine Art Quiz eingebaut werden, bei dem die SchülerInnen die einzelnen Töne erkennen sollen.

Eine Musterlösung für dieses Beispiel könnte wie folgt aussehen:





Musterlösung für das Beispiel "Tonleiter" (<http://makecode.microbit.org>)

Wie auf der Musterlösung ersichtlich, kann dieses Beispiel durch die Verwendung eines Arrays in Kombination mit Schleifen gelöst werden. Arrays sind wie Schleifen ein Grundelement jeder Programmiersprache und der Umgang mit dieser Datenstruktur kann so durch die SchülerInnen geübt werden.

So sollte beim Start ein Array mit allen Tönen, die in der C-Dur-Tonleiter vorkommen, erstellt werden. Für die schönere Gestaltung kann auf den LEDs permanent z. B. eine Musiknote angezeigt werden.

Nun sollte das Beispiel aus zwei Grundfunktionen bestehen: Die erste besteht darin, dass die komplette C-Dur-Tonleiter abgespielt wird, damit die SchülerInnen ein Gefühl für die Töne und deren Tonhöhen entwickeln. Bei der Musterlösung wird das Abspielen dieser durch einen Druck auf den Knopf A ausgelöst – hier wird dann mittels einer Schleife jeder Ton, der im Array vorkommt, abgespielt.

Die zweite Funktionalität baut darauf auf: Zur Sensibilisierung der SchülerInnen für die einzelnen Tonhöhen soll eine Art Quiz gebaut werden. So sollen durch das Drücken der Taste B z. B. fünf zufällige Töne aus der Tonleiter mit etwas Verzögerung abgespielt werden. Von den SchülerInnen sollen diese dabei in PartnerInnen- oder Teamarbeit erkannt und aufgeschrieben werden. Dadurch sollen die SchülerInnen mit der Tonleiter vertraut gemacht werden und im Erkennen verschiedener Tonhöhen geschult werden.

Weiterer Verlauf der Einheit

Nachdem die Programmierarbeit abgeschlossen wurde, können die SchülerInnen mithilfe des BBC micro:bit an ihrer Kenntnis bezüglich Tonhöhen und der Tonleiter arbeiten. Um die Übung etwas zu vereinfachen, da das Erkennen der einzelnen Töne nicht so einfach ist, können die SchülerInnen die Übungen in PartnerInnen- oder Teamarbeit durchführen.

Tipps zur Umsetzung

Es wäre von Vorteil, wenn statt der Kopfhörer ein Lautsprecher verwendet wird. Dies ermöglicht einerseits eine leichtere Erkennung der Töne durch die SchülerInnen und andererseits kann hier die Lautstärke beliebig reguliert werden, da dies durch den BBC micro:bit nicht möglich ist.

Des Weiteren kann das Erkennen der einzelnen Töne vereinfacht werden, indem z. B. bei der Programmierung berücksichtigt wird, dass nach jedem Ton die Lösung (also der abgespielte Ton) am LED-Bildschirm angezeigt wird.

Förderung der Kreativität durch das Unterrichtsbeispiel

Die Arbeit mit Tönen und Musik ermöglicht kreative Gestaltungsvarianten in vielerlei Hinsicht. So stellt die obige Musterlösung nur eine mögliche Lösung dar und könnte von den SchülerInnen beliebig abgewandelt werden. Beispielsweise könnte das Beispiel auch variiert werden, indem statt dem Quiz aus der Tonleiter eine eigene Beatbox mit dem micro:bit gebaut wird. Kreative Varianten sind also bei diesem Beispiel in unterschiedlichen Richtungen möglich.

Erweiterungen, Ergänzungen und andere Varianten des Unterrichtsbeispiels

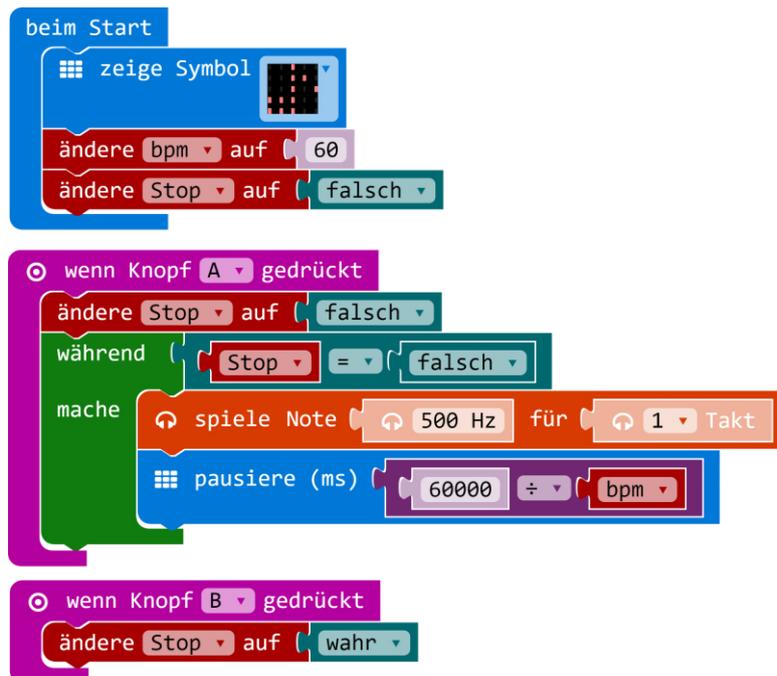
Einerseits könnten mit dem micro:bit natürlich auch andere Varianten von Tonleitern durchgemacht werden (z. B. Moll), andererseits kann das Beispiel auch verändert werden, indem – wie zuvor erwähnt – z. B. eine eigene Beatbox aus der C-Dur-Tonleiter eingebaut wird.

Im Bereich Töne und Takt gibt es allerdings viele Möglichkeiten. Da die Kernessenz dieser Stunde ist, dass die Sensibilität der SchülerInnen bezüglich akustischer Signale (Töne, Takte) erhöht werden soll, könnte man allerdings auch in eine andere Richtung gehen und aus dem BBC micro:bit sogar ein Metronom bauen. Folgendes Beispiel sei hier näher erläutert:

Bevor sich die SchülerInnen an den Bau eines Metronoms mithilfe des BBC micro:bit heranzuwagen, sollten diese zuerst recherchieren, was ein Metronom ist und was *beats-per-minute* (bpm) in diesem Zusammenhang bedeutet.

Mit bpm wird das Tempo eines Musikstücks angegeben – um dies den SchülerInnen anschaulich zu vermitteln, können sie mit dem micro:bit ein einfaches Metronom bauen.

Eine mögliche Musterlösung könnte dafür wie folgt aussehen:



Musterlösung für das Metronom " (<http://makecode.microbit.org>)

Wie hier ersichtlich wird dabei zuerst ein bpm-Wert festgelegt, auf den basierend der micro:bit dann die Töne ausgibt. Hier wurde 60 gewählt, also ein Ton pro Sekunde. Dies kann allerdings von den SchülerInnen beliebig variiert werden.

Anschließend soll durch das Drücken der Taste A das Programm gestartet werden und solange laufen, bis die Taste B gedrückt wird.

Durch dieses Metronom könnte den SchülerInnen ein Gefühl für Tempo und Takt in der Musik einfach vermittelt werden. Im Anhang dieser Arbeit findet sich ein Arbeitsblatt²⁴⁴, wo die sich Arbeitsschritte befinden, damit die SchülerInnen das Metronom selbstständig erstellen können.

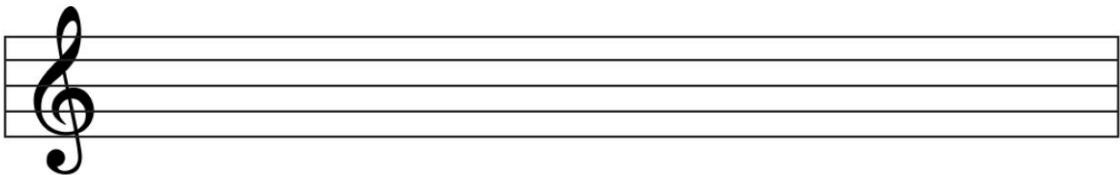
²⁴⁴ Vgl. Arbeitsblatt *Metronom*, S. 137 im Anhang dieser Arbeit.

ARBEITSBLATT - TONLEITER (1)

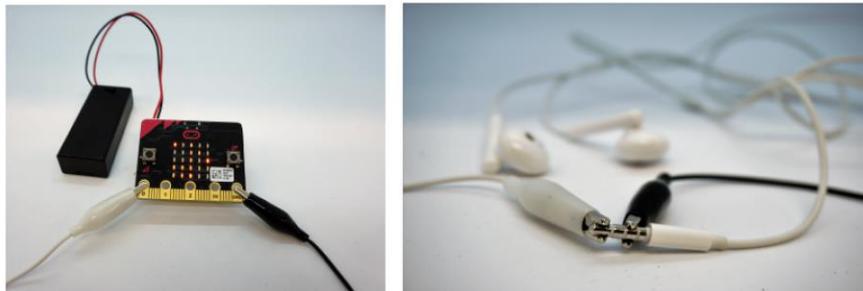
In dieser Einheit sollst du die **C-Dur-Tonleiter** kennenlernen und ein Gefühl für **Tonhöhen** entwickeln! Der BBC micro:bit soll die C-Dur-Tonleiter abspielen- dazu brauchst du ein passendes Programm und **Kopfhörer**.

ARBEITSSCHRITTE:

1) Bevor du dich an die Programmierarbeit heranwagst, solltest du die Begriffe „**C-Dur Tonleiter**“ und „**Tonhöhen**“ recherchieren. Trage dann die Noten der C-Dur-Tonleiter ins folgende **Notensystem** ein:



2) **Montiere** nun die **Kopfhörer** oder den **Lautsprecher** an den **BBC micro:bit**. Du benötigst dazu zwei **Krokodilklemmen**: Eine soll bei **Pin 0** angeschlossen werden, die andere bei **GND**, um den Stromkreis zu schließen. Die beiden Krokodilklemmen sollst du dann an deine Kopfhörer bzw. deinen Lautsprecher anschließen. Deine Montage sollte in etwa wie folgt aussehen:



3) **Programmiere** den BBC micro:bit nun so, dass er die **C-Dur-Tonleiter** abspielt! Achte darauf, dass der erste Ton, der mit dem BBC micro:bit ausgegeben wird, das „Middle C“ und der letzte Ton das „High C“ ist. Lege ein Ereignis fest (z.B. Drücken der Taste A, Schütteln, ...), um das Abspielen der Tonleiter zu starten.

TIPP: Es gibt mehrere Möglichkeiten, dieses Problem zu lösen. Du kannst ein **Array** verwenden, um alle Töne zu speichern und ein **Schleife**, um das Array zu durchlaufen.

4) Erweitere das Programm um ein kleines **Quiz** zur Tonleiter. Es sollen **fünf (zufällige) Töne** (mit etwas Abstand) der C-Dur-Tonleiter hintereinander abgespielt und dann **erraten werden**. Überlege dir auch, bei welchem Ereignis (z.B. Drücken der Taste B,...) das Quiz starten soll.

TIPP: Für die Auswahl von 5 zufälligen Tönen der C-Dur-Tonleiter benötigst du zufällige Zahlen. Diese kannst du mithilfe des folgenden Befehls erzeugen:



<https://makecode.microbit.org/>



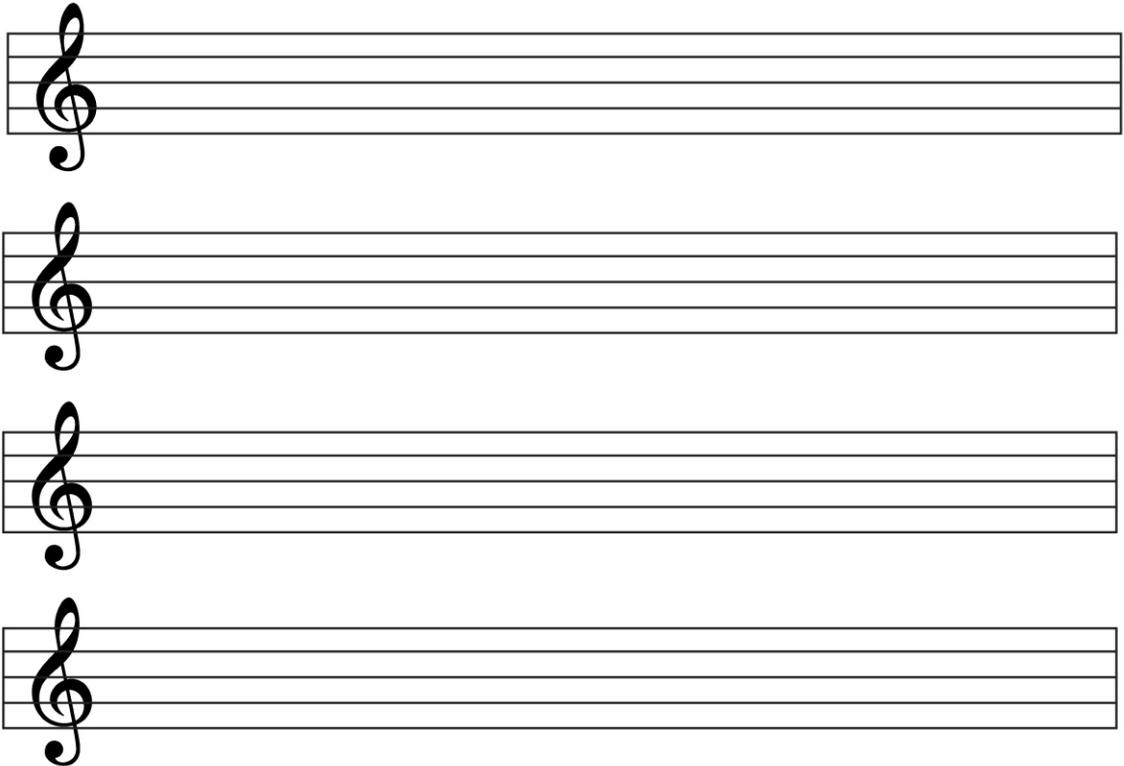
Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz

Die abgebildeten Grafiken sind, sofern nicht anders angegeben, frei von Urheberrechten.

Technische Universität Graz

ARBEITSBLATT - TONLEITER (2)

5) Nachdem du die Programmierarbeit abgeschlossen hast, kannst du dein Programm testen. Höre dir zuerst einige Male die C-Dur-Tonleiter an, um ein Gefühl/Gehör für die Töne zu entwickeln. Versuche dich im Anschluss daran in Partner- oder Gruppenarbeit (ca. 3 Personen) am Quiz. Versucht die Töne zu erkennen und tragt diese anschließend in das folgende Notensystem ein:



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz

Die abgebildeten Grafiken sind, sofern nicht anders angegeben, frei von Urheberrechten.

Technische Universität Graz

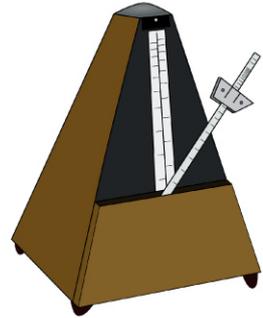
ARBEITSBLATT - METRONOM

Setze dich mit dem Thema Tempo und Takt in der Musik auseinander und programmiere ein **Metronom** mit dem BBC micro:bit!

DIE FOLGENDE ARBEITSSCHRITTE UNTERSTÜTZEN DICH BEI DER UMSETZUNG:

1) Als erstes sollst du die Begriffe „**Metronom**“ und „**beats per minute**“ recherchieren, um die Funktion und den Nutzen des Metronoms zu verstehen. Mach dir dazu einige Notizen, diese könnten dir später bei der Programmierarbeit behilflich sein!

2) Wie beim vorherigen Beispiel benötigst du auch dieses Mal **Kopfhörer** bzw. **Lautsprecher**, die du an den **BBC micro:bit anschließen** sollst. Montiere sie dabei, wie im vorherigen Beispiel gezeigt.



3) Nun kannst du mit der **Programmierarbeit** beginnen! Starte damit, indem du den **bpm-Wert 60** festlegst (also jede Sekunde ein Takt). Versuche das Programm so aufzubauen, dass du das Metronom jederzeit mit einem Tastendruck stoppen kannst. Welchen Ton du bei deinem Metronom aus gibst, bleibt dir überlassen.

MERKE: 60 bpm = 60 beats per minute = 60 Schläge in der Minute

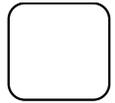
TIPP: Du wirst zur Umsetzung eine **Schleife** benötigen, um den Ton im richtigen Abstand **dauerhaft** auszugeben. Überlege dir dabei auch die Bedingung dieser Schleife bzw. wann sie abbrechen soll!

4) Anschließend kannst du dein **Metronom ausprobieren**. Du kannst dabei dein Programm auch verändern, indem du einen anderen bpm-Wert einstellst.

Du könntest dir auch überlegen wie du dein Metronom erweitern kannst. Eine Möglichkeit wäre z.B., dass du beim Drücken von Knopf A den bpm-Wert erhöhst, während das Programm läuft.



Übungsblatt für Pre-Test



ÜBUNGSBLATT 1

1. Die folgenden drei Bilder zeigen einige Materialien.
Kreuze an, ob diese Strom leiten, oder nicht!



Leitfähig?

ja nein



Leitfähig?

ja nein



Leitfähig?

ja nein

2. Welche Elemente braucht man, um einen Stromkreis erzeugen zu können? Kreuze an!

LEITER

ERZEUGER
(=STROMQUELLE)

ERDUNG

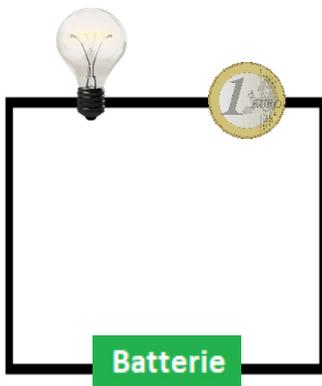
SCHALTER

WIDERSTAND

VERBRAUCHER

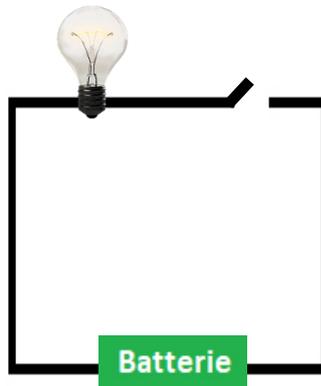
3. Du siehst nun drei einfache Stromkreise abgebildet.

Kreuze an, bei welchen Stromkreisen die Glühbirne leuchtet und wo nicht!



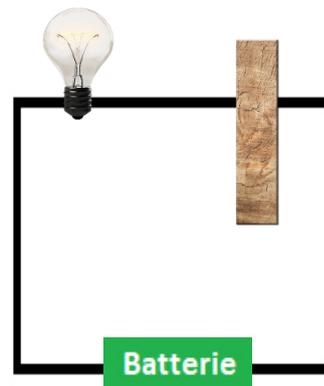
Leuchtet die Glühbirne?

ja nein



Leuchtet die Glühbirne?

ja nein

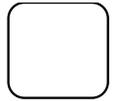


Leuchtet die Glühbirne?

ja nein

Die abgebildeten Grafiken sind, sofern nicht anders angegeben, frei von Urheberrechten.

Übungsblatt für Post-Test



ÜBUNGSBLATT 2

1. Die folgenden drei Bilder zeigen verschiedene Materialien.
Kreuze an, ob diese Strom leiten, oder nicht!



Leitfähig?

ja nein



Leitfähig?

ja nein



Leitfähig?

ja nein

2. Schreibe auf, welche Elemente man braucht, um einen Stromkreis zu bauen!
Zeichne auch einen einfachen, geschlossenen Stromkreis auf!

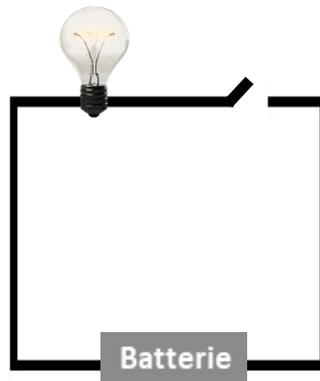
 SKIZZE:

3. Du siehst nun drei einfache Stromkreise abgebildet.
Kreuze an, bei welchen Stromkreisen die Glühbirne leuchtet und wo nicht!



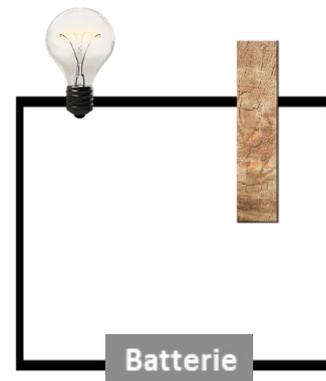
Leuchtet die Glühbirne?

ja nein



Leuchtet die Glühbirne?

ja nein



Leuchtet die Glühbirne?

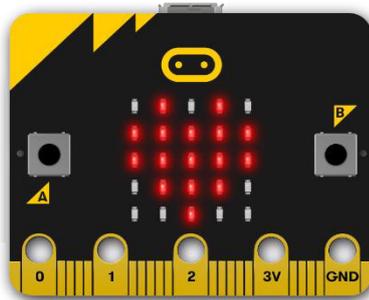
ja nein

Die abgebildeten Grafiken sind, sofern nicht anders angegeben, frei von Urheberrechten.

4. Hier siehst du einen BBC micro:bit abgebildet.

Wo musst die Krokodilklemmen anbringen, um einen Stromkreis erzeugen zu können?
Markiere die zwei notwendigen Pins!

Micro:bit Educational Foundation
<https://github.com/microbit-foundation/microbit-svg/blob/master/microbit-drawing-yellow.png>



5. Links siehst du Begriffe, die etwas mit dem Stromkreis oder Elektrizität zu tun haben.
Auf der rechten Seite siehst du Begriffe und Elemente rund um den BBC micro:bit.

Verbinde die zusammengehörenden Begriffe!

Welche Elemente des micro:bit repräsentieren welche Teile des Stromkreises?

(Hinweis: nicht alle links aufgelisteten Elemente werden benötigt!)

LEITER	BBC MICRO:BIT
ERZEUGER (=STROMQUELLE)	KROKODILKLEMMEN
ERDUNG	LÄMPCHEN
VERBRAUCHER	
SCHALTER	

Abschließender Fragebogen für SchülerInnen

FRAGEBOGEN

Alter: _____

Geschlecht: Junge Mädchen**Ersteindruck: Wie hat dir der Unterricht gefallen?****Wie fandest du das Arbeiten mit dem BBC micro:bit?****Hat dir das Beispiel gefallen?****Fandest du das Beispiel schwierig?***ja**nein***Konntet ihr das Beispiel fertigmachen?***ja**nein*

Welchen Teil des Beispiels fandest du interessanter/spannender?

Informatik-Teil

beide gleich interessant

Physik-Teil

Welchem Unterrichtsgegenstand würdest du die Einheit eher zuordnen?

Informatikunterricht

Physikunterricht

Ich finde es gut, dass der Physikunterricht mit dem Informatikunterricht verbunden wurde.



Ich hätte gerne mehr Unterrichtseinheiten, wo zwei (oder mehrere) Fächer miteinander verbunden/kombiniert werden.



Was hat dir am besten gefallen:

Was hat dir nicht so gut gefallen:

Ergebnisse Pre-Test (Klasse 3a)

		Aufgabenstellung 1 (richtig = 1, falsch = 0)			Aufgabenstellung 2	Aufgabenstellung 3 (richtig = 1, falsch = 0)			Gesamt
S-Nr.	Geschlecht	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Anzahl der richtigen Antworten	Frage 1	Frage 2	Frage 3	
1	w	0	0	0	0	1	1	0	Pre-Test gesamt
2	w	1	0	0	2	1	0	1	77,8%
3	w	1	1	0	3	1	1	1	
4	w	1	1	1	2	1	1	1	Pre-Test gesamt (w)
5	w	1	1	1	3	1	1	0	74,1%
6	m	1	0	0	1	1	1	1	
7	m	1	1	1	3	1	1	1	Pre-Test gesamt (m)
8	m	1	1	1	3	1	1	1	85,2%
9	w	1	1	1	3	1	1	1	

Aufgabenstellung 1 (Anzahl der richtigen Antworten)

Frage 1 gesamt:	88,9%
Frage 2 gesamt:	66,7%
Frage 3 gesamt:	55,6%
Aufgabenstellung 1 gesamt:	70,4%
Aufgabenstellung 1 gesamt (nur Mädchen):	66,7%
Aufgabenstellung 1 gesamt (nur Jungen):	77,8%

Aufgabenstellung 2 (Anzahl der richtigen Antworten, Anm.: nur eine Fragestellung)

Aufgabenstellung 2 gesamt:	74,1%
Aufgabenstellung 2 gesamt (nur Mädchen):	88,9%
Aufgabenstellung 2 gesamt (nur Jungen):	77,8%

Aufgabenstellung 3 (Anzahl der richtigen Antworten)

Frage 1 gesamt:	100%
Frage 2 gesamt:	88,9%
Frage 3 gesamt:	77,8%
Aufgabenstellung 1 gesamt:	88,9%
Aufgabenstellung 1 gesamt (nur Mädchen):	83,3%
Aufgabenstellung 1 gesamt (nur Jungen):	100%

Ergebnisse Pre-Test (Klasse 3b)

		Aufgabenstellung 1 (richtig = 1, falsch = 0)			Aufgabenstellung 2	Aufgabenstellung 3 (richtig = 1, falsch = 0)			Gesamt
S-Nr.	Geschlecht	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Anzahl der richtigen Antworten	Frage 1	Frage 2	Frage 3	
1	m	0	0	0	0	1	1	0	Pre-Test gesamt
2	w	1	0	0	2	1	0	1	76,5%
3	w	1	1	0	3	1	1	1	
4	m	1	1	1	2	1	1	1	Pre-Test gesamt (w)
5	m	1	1	1	3	1	1	0	62,2%
6	m	1	0	0	1	1	1	1	
7	w	1	1	1	3	1	1	1	Pre-Test gesamt (m)
8	w	1	1	1	3	1	1	1	94,4%
9	w	1	1	1	3	1	1	1	

Aufgabenstellung 1 (Anzahl der richtigen Antworten)

Frage 1 gesamt:	55,6%
Frage 2 gesamt:	88,9%
Frage 3 gesamt:	100%
Aufgabenstellung 1 gesamt:	81,5%
Aufgabenstellung 1 gesamt (nur Mädchen):	66,7%
Aufgabenstellung 1 gesamt (nur Jungen):	100%

Aufgabenstellung 2 (Anzahl der richtigen Antworten, Anm.: nur eine Fragestellung)

Aufgabenstellung 2 gesamt:	63%
Aufgabenstellung 2 gesamt (nur Mädchen):	46,7%
Aufgabenstellung 2 gesamt (nur Jungen):	83,3%

Aufgabenstellung 3 (Anzahl der richtigen Antworten)

Frage 1 gesamt:	77,8%
Frage 2 gesamt:	88,9%
Frage 3 gesamt:	88,9%
Aufgabenstellung 1 gesamt:	85,2%
Aufgabenstellung 1 gesamt (nur Mädchen):	73,3%
Aufgabenstellung 1 gesamt (nur Jungen):	100%

Ergebnisse Post-Test (Klasse 3a)

Der Post-Test bestand aus zwei Teilen. Im ersten Teil wurden die Physikkenntnisse abgefragt, diese sollen in direktem Bezug zum Pre-Test gebracht werden.

		Aufgabenstellung 1 (richtig = 1, falsch = 0)			Aufgabenstellung 2	Aufgabenstellung 3 (richtig = 1, falsch = 0)			Gesamt
S-Nr.	Geschlecht	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Anzahl der richtigen Antworten	Frage 1	Frage 2	Frage 3	
1	w	1	1	1	2	1	1	1	Physikteil Post-Test gesamt
2	w	1	1	1	3	1	1	0	87,7%
3	w	1	1	1	3	1	1	1	
4	w	1	1	1	3	1	1	1	Physikteil Post-Test gesamt (w)
5	w	1	1	1	2	1	1	0	90,7%
6	m	1	1	1	0	1	1	1	
7	m	1	1	1	3	1	1	1	Physikteil Post-Test gesamt (m)
8	m	1	1	1	1	1	1	1	81,5%
9	w	1	1	1	2	1	1	1	

Aufgabenstellung 1 (Anzahl der richtigen Antworten)

Frage 1 gesamt:	100%
Frage 2 gesamt:	100%
Frage 3 gesamt:	100%
Aufgabenstellung 1 gesamt:	100%
Aufgabenstellung 1 gesamt (nur Mädchen):	100%
Aufgabenstellung 1 gesamt (nur Jungen):	100%

Aufgabenstellung 2 (Anzahl der richtigen Antworten, Anm.: nur eine Fragestellung)

Aufgabenstellung 2 gesamt:	70,4%
Aufgabenstellung 2 gesamt (nur Mädchen):	88,9%
Aufgabenstellung 2 gesamt (nur Jungen):	44,4%

Aufgabenstellung 3 (Anzahl der richtigen Antworten)

Frage 1 gesamt:	100%
Frage 2 gesamt:	100%
Frage 3 gesamt:	77,8%
Aufgabenstellung 1 gesamt:	92,6%
Aufgabenstellung 1 gesamt (nur Mädchen):	88,9%
Aufgabenstellung 1 gesamt (nur Jungen):	100%

Neben den Fragen, die in direkter Korrelation zu jenen des Pre-Tests standen, wurden am Post-Test noch zwei zusätzliche Aufgabenstellungen gegeben, die den BBC micro:bit selbst betreffen. Da diese allerdings nicht beim Pre-Test abgefragt werden konnten, wurden diese nicht für den Vergleich herangezogen. Die Ergebnisse dazu sind wie folgt:

		Aufgabenstellung 4	Aufgabenstellung 5	Gesamt
S-Nr.	Geschlecht	(richtig = 1, falsch = 0)	Anzahl der richtigen Antworten	
1	w	0	1	Informatikteil Post-Test gesamt
2	w	1	1	77,8%
3	w	1	1	
4	w	1	3	Informatikteil Post-Test gesamt (w)
5	w	1	2	66,7%
6	m	1	3	
7	m	1	3	Informatikteil Post-Test gesamt (m)
8	m	1	3	100%
9	w	1	1	

Aufgabenstellung 4 (Anzahl der richtigen Antworten, Anm.: nur eine Fragestellung)

Aufgabenstellung 4 gesamt:	88,9%
Aufgabenstellung 4 gesamt (nur Mädchen):	83,3%
Aufgabenstellung 4 gesamt (nur Jungen):	100%

Aufgabenstellung 5 (Anzahl der richtigen Antworten, Anm.: nur eine Fragestellung)

Aufgabenstellung 5 gesamt:	66,7%
Aufgabenstellung 5 gesamt (nur Mädchen):	50,0%
Aufgabenstellung 5 gesamt (nur Jungen):	100%

Ergebnisse Post-Test (Klasse 3b)

Der Post-Test bestand aus zwei Teilen. Im ersten Teil wurden die Physikkenntnisse abgefragt, diese sollen in direktem Bezug zum Pre-Test gebracht werden.

		Aufgabenstellung 1 (richtig = 1, falsch = 0)			Aufgabenstellung 2	Aufgabenstellung 3 (richtig = 1, falsch = 0)			Gesamt
S-Nr.	Geschlecht	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Anzahl der richtigen Antworten	Frage 1	Frage 2	Frage 3	
1	m	1	1	1	2	1	1	1	Physikteil Post-Test gesamt
2	w	1	1	1	3	1	1	1	92,6%
3	w	1	1	1	3	1	1	1	
4	m	1	1	1	3	1	1	1	Physikteil Post-Test gesamt (w)
5	m	1	1	1	3	1	1	1	91,1%
6	m	1	1	1	2	1	1	1	
7	w	1	1	0	2	1	1	1	Physikteil Post-Test gesamt (m)
8	w	1	1	1	2	1	1	1	94,4%
9	w	1	0	1	3	1	1	1	

Aufgabenstellung 1 (Anzahl der richtigen Antworten)

Frage 1 gesamt:	100%
Frage 2 gesamt:	88,9%
Frage 3 gesamt:	88,9%
Aufgabenstellung 1 gesamt:	92,6%
Aufgabenstellung 1 gesamt (nur Mädchen):	86,7%
Aufgabenstellung 1 gesamt (nur Jungen):	100%

Aufgabenstellung 2 (Anzahl der richtigen Antworten, Anm.: nur eine Fragestellung)

Aufgabenstellung 2 gesamt:	85%
Aufgabenstellung 2 gesamt (nur Mädchen):	86,7%
Aufgabenstellung 2 gesamt (nur Jungen):	83,3%

Aufgabenstellung 3 (Anzahl der richtigen Antworten)

Frage 1 gesamt:	100%
Frage 2 gesamt:	100%
Frage 3 gesamt:	100%
Aufgabenstellung 1 gesamt:	100%
Aufgabenstellung 1 gesamt (nur Mädchen):	100%
Aufgabenstellung 1 gesamt (nur Jungen):	100%

Neben den Fragen, die in direkter Korrelation zu jenen des Pre-Tests standen, wurden am Post-Test noch zwei zusätzliche Aufgabenstellungen gegeben, die den BBC micro:bit selbst betreffen. Da diese allerdings nicht beim Pre-Test abgefragt werden konnten, wurden diese nicht für den Vergleich herangezogen. Die Ergebnisse dazu sind wie folgt:

		Aufgabenstellung 4	Aufgabenstellung 5	Gesamt
S-Nr.	Geschlecht	(richtig = 1, falsch = 0)	Anzahl der richtigen Antworten	
1	m	1	1	Informatikteil Post-Test gesamt
2	w	0	0	55,6%
3	w	1	3	
4	m	1	2	Informatikteil Post-Test gesamt (w)
5	m	1	1	43,3%
6	m	1	1	
7	w	0	0	Informatikteil Post-Test gesamt (m)
8	w	1	0	71%
9	w	1	1	

Aufgabenstellung 4 (Anzahl der richtigen Antworten, Anm.: nur eine Fragestellung)

Aufgabenstellung 4 gesamt:	77,8%
Aufgabenstellung 4 gesamt (nur Mädchen):	60%
Aufgabenstellung 4 gesamt (nur Jungen):	100%

Aufgabenstellung 5 (Anzahl der richtigen Antworten, Anm.: nur eine Fragestellung)

Aufgabenstellung 5 gesamt:	33,3%
Aufgabenstellung 5 gesamt (nur Mädchen):	26,7%
Aufgabenstellung 5 gesamt (nur Jungen):	42%

Gegenüberstellung der Ergebnisse Pre-Test vs. Post-Test

Nun folgend sollen die wichtigsten Ergebnisse im Vergleich der beiden Tests gegenübergestellt werden:

Klasse 3a

Direkter Vergleich des gesamten Ergebnisses

Pre-Test gesamt:	77,8%
Pre-Test gesamt (nur Mädchen):	74,1%
Pre-Test gesamt (nur Jungen):	85,2%
Post-Test gesamt:	87,7%
Post-Test gesamt (nur Mädchen):	90,7%
Post-Test gesamt (nur Jungen):	81,5%

Direkter Vergleich der einzelnen SchülerInnen:

SchülerIn-Nr.	Pre-Test	Post-Test	Verbesserung/Verschlechterung
1	22,2%	88,9%	66,7%
2	55,6%	88,9%	33,3%
3	88,9%	100,0%	11,1%
4	88,9%	100,0%	11,1%
5	88,9%	77,8%	-11,1%
6	55,6%	66,7%	11,1%
7	100,0%	100,0%	0,0%
8	100,0%	77,8%	-22,2%
9	100,0%	88,9%	-11,1%

Mittelwert: 9,9%

Standardabweichung: 25,4%

Klasse 3b

Direkter Vergleich des gesamten Ergebnisses

Pre-Test gesamt:	76,5%
Pre-Test gesamt (nur Mädchen):	62,2%
Pre-Test gesamt (nur Jungen):	94,4%
Post-Test gesamt:	92,6%
Post-Test gesamt (nur Mädchen):	91,1%
Post-Test gesamt (nur Jungen):	94,4%

Direkter Vergleich der einzelnen SchülerInnen:

SchülerIn-Nr.	Pre-Test	Post-Test	Verbesserung/Verschlechterung
1	88,9%	88,9%	0,0%
2	55,6%	100,0%	44,4%
3	77,8%	100,0%	22,2%
4	100,0%	100,0%	0,0%
5	100,0%	100,0%	0,0%
6	88,9%	88,9%	0,0%
7	77,8%	77,8%	0,0%
8	55,6%	88,9%	33,3%
9	44,4%	88,9%	44,4%

Mittelwert: 16,1%

Standardabweichung: 19%

Daten beider Klassen zusammengefasst**Direkter Vergleich des gesamten Ergebnisses**

Pre-Test gesamt:	77,2%
Pre-Test gesamt (nur Mädchen):	68,1%
Pre-Test gesamt (nur Jungen):	89,2%
Post-Test gesamt:	90,1%
Post-Test gesamt (nur Mädchen):	90,9%
Post-Test gesamt (nur Jungen):	88,0%

Durchschnittliche Verbesserung in beiden Klassen: 12,9%

Standardabweichung: 22,6%

Auswertung des Fragebogens

Im Folgenden findet sich die Auswertung des Fragebogens. Die einzelnen Fragen waren dabei wie folgt (vgl. auch den Fragebogen selbst) und wurden wie beschrieben ausgewertet:

Frage 1: Wie hat dir der Unterricht gefallen? (<i>1 = sehr gut, 4 = überhaupt nicht</i>)
Frage 2: Wie fandest du das Arbeiten mit dem BBC micro:bit? (<i>1 = sehr gut, 4 = überhaupt nicht</i>)
Frage 3: Hat dir das Beispiel gefallen? (<i>1 = sehr gut, 4 = überhaupt nicht</i>)
Frage 4: Fandest du das Beispiel schwierig? (<i>1 = ja, 0 = nein</i>)
Frage 5: Konntet ihr das Beispiel fertigmachen (<i>1 = ja, 0 = nein</i>)
Frage 6: Welchen Teil des Beispiel fandest du interessanter? (<i>0 = beide gleich interessant, 1 = Informatik, 2 = Physik</i>)
Frage 7: Welchem Unterrichtsgegenstand würdest du die Einheit eher zuordnen? (<i>1 = Informatik, 2 = Physik</i>)
Frage 8: Ich finde es gut, dass der Physikunterricht mit dem Informatikunterricht verbunden wurde. (<i>1 = trifft voll zu, 4 = trifft nicht zu</i>)
Frage 9: Ich hätte gerne mehr Unterrichtseinheiten, wo zwei (oder mehrere) Fächer miteinander kombiniert/verbunden werden. (<i>1 = trifft voll zu, 4 = trifft nicht zu</i>)
Frage 10: Was hat dir am besten gefallen? (<i>offene Frage</i>)
Frage 11: Was hat dir nicht so gut gefallen? (<i>offene Frage</i>)

In den folgenden Auswertungen wurden die Fragen aus Platzgründen mit F1 – F11 betitelt.

Klasse 3a

S-Nr.	Geschlecht	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
1	w	1	2	1	1	0,5	0	1	2	2
2	w	1	1	1	0	1	0	1	1	1
3	w	1	1	1	0	1	0	1	1	2
4	w	1	1	1	0	1	0	1	2	2
5	w	2	1	1	0	1	0	1	2	1
6	m	1	1	1	0	1	1	1	3	2
7	m	1	1	1	0	1	1	1	3	2
8	m	1	1	2	0	1	1	2	3	2
9	w	1	2	2	0,5	0	2	2	1	2

S-Nr.	Geschlecht	F10	F11
1	w	Alles	-
2	w	Leitfähigkeit testen	-
3	w	ausprobieren, was Strom leitet	-
4	w	Programmieren lernen; lustige Gestaltung der Einheit	es war so schnell vorbei :(
5	w	Leitfähigkeit testen; nette Vortragende	-
6	m	Alles	-
7	m	Alles außer Physik	Physik
8	m	der micro:bit an sich	Physik
9	w	Programmieren und Ausprobieren	komplizierte Schreibweise in den Arbeitsblättern

Klasse 3b

S-Nr.	Geschlecht	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
1	m	2	1	1	0	1	1	1	2	1
2	w	1	1	1	0	1	0	2	1	1
3	w	1	1	2	0	1	1	-	2	3
4	m	1	2	2	0	1	1	1	3	2
5	m	1	1	1	0	1	0	1	1	1
6	m	2	2	2	0	1	1	1	2	1
7	w	1	1	1	0,5	1	0	2	3	2
8	w	1	2	1	0	1	0	1	4	4
9	w	1	2	1	0	1	1	1	1	1

S-Nr.	Geschlecht	F10	F11
1	m	BBC micro:bit programmieren	Experimentieren mit Erde
2	w	Experiment mit Erde	Physikaufgaben, die nicht so leicht lösbar waren
3	w	selber programmieren	nichts
4	m	Programmieren des micro:bit	nichts
5	m	alles	"das Quatschen der Mädchen"
6	m	alles	nichts
7	w	"das mit dem Gatsch" (= Experiment mit Erde)	nichts
8	w	alles	nichts
9	w	alles	nichts

Zeitmessung während der Einheit

Abschließend sei noch die gemessene Zeit pro Unterrichtseinheit, die für die Berechnung des fächerintegrativen Anteils herangezogen wurde, aufgeschlüsselt. Es wurden dabei nur die Zeiten, in denen wirklich Unterricht stattfand, herangezogen; die Zeiträume, wo die Pre- und Post-Tests sowie der Fragebogen ausgefüllt wurden, wurden nicht miteinbezogen.

Klasse 3a

Zeitraum	Dauer	Fächerzuordnung
14:10 – 14:40	25 min	Informatik
14:40 – 14:50	10 min	Physik
14:50 – 14:55	5 min	Informatik
14:55 – 15:10	15 min	beide Fächer (keine genaue Zuordnung möglich; variiert zwischen SchülerInnen)

Gesamtzeit Informatik: 55 min (58%)

Gesamtzeit Physik: 40 min (42%)

Klasse 3b

Zeitraum	Dauer	Fächerzuordnung
13:55 – 14:30	35 min	Informatik
14:30 – 14:40	10 min	Physik
14:45 – 14:50	5 min	Informatik
14:50 – 15:05	15 min	Physik

Gesamtzeit Informatik: 40 min (62%)

Gesamtzeit Physik: 25 min (38%)